



**RECHERCHES ET ETUDES PHYTOSANITAIRES
CONDUITES AU MALI**

RAPPORT DE LA CAMPAGNE 2003

RENOU Alain (CIRAD)

**Partenaires : TOGOLA Mamoutou (IER)
TERETA Idrissa (IER)
BAGAYOKO Boubou (IER)**

SOMMAIRE

CONFIRMATION DE L'INTERET DES TRES FORTES AUGMENTATIONS DE DENSITE DE PLANTATION DANS DES CONDITIONS DE CULTURE BIOLOGIQUE DU COTONNIER	7
1 Justification	7
2 Objectifs	7
3 Matériel et méthodes.....	7
3.1 modalités et dispositif syatistique	7
3.2 conduite des études	7
3.3 observations	8
3.3.1 infestations de ravageurs piqueurs suceurs	8
3.3.2 infestations de ravageurs carpophages	8
3.3.3 mapping complet.....	8
3.3.4 estimation des rendements	8
3.3.5 stand à la récolte	8
4 Résultats	9
5 Conclusions et discussion	21
ANNEXE 1.....	24
ANNEXE 2.....	25
ANNEXE 3.....	26
ANNEXE 4.....	27
ANNEXE 5.....	28
ANNEXE 6.....	29
ANNEXE 7.....	30
ENQUÊTE À PROPOS DE LA VARIÉTÉ NTA 93 2 DANS LA RÉGION DE SIKASSO (ASPECTS PHYTOSANITAIRES)	31
1 Justification	31
2 Objectifs	31
3 Matériel et méthodes.....	31
4 Résultats	32
5 Conclusions et discussion.....	34
ETUDE DES POSSIBILITES DE REDUCTION DE LA PROTECTION INSECTICIDE APRES UN ETETAGE RAISONNE DES COTONNIERS AU MALI	35
1 Justification	35
2 Objectifs	35
3 Matériel et méthodes.....	35
3.1 modalités étudiées	35
3.2 dispositif statistique	35
3.3 conduite de la culture	36
3.4 observations	36
3.4.1 suivi de la formation des branches fructifères.....	36
3.4.2 suivi des infestations de chenilles carpophages	36
3.3.3 abscission d'organes fructifères	36
3.4.4 production et examen de la production	36
3.4.5 estimation des rendements	37
3.5 analyse des résultats.....	37
4 Résultats	37
5 Conclusions et discussion	41

ETUDE DES CONDITIONS DE MANIFESTATION DES EFFETS D'UN REGULATEUR DE CROISSANCE DU COTONNIER (ASPECTS PHYTOSANITAIRES)	43
1 Matériel et méthodes.....	43
1.1 modalités étudiées et dispositif statistique.....	43
1.2 conditions de réalisation	43
1.3 implantations	44
1.4 observations	44
1.4.1 infestations de ravageurs piqueurs suceurs	44
1.4.2 infestations de ravageurs carpophages et examen de la production de capsules	44
1.4.3 analyse de la production	44
1.4.4 analyse sanitaire en fin de campagne	44
2 Résultats	45
3 Conclusions et discussion	56
INTERACTION ENTRE GENOTYPE ET DENSITE DE PLANTATION EN L'ABSENCE DE PROTECTION INSECTICIDE AU MALI	83
1 Justification	83
2 Objectifs	83
3 Matériel et méthodes.....	83
3.1 modalités et dispositif statistique	83
3.2 conditions de culture.....	83
3.3 observations	84
3.3.1 levée des plantules.....	84
3.3.2 suivi de la croissance et de la fructification des cotonniers	84
3.3.3 suivi de la floraison	84
3.3.4 niveau de floraison et NAWF.....	84
3.3.5 ravageurs	84
3.3.6 analyse de la production	84
3.3.7 estimation des rendements	85
3.3.8 stand à la récolte	85
4 Résultats	85
5 Conclusions et discussion.....	96
MODULATION DES SEUILS D'INTERVENTION CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI	98
1 Justification	98
2 Objectifs	98
3 Matériel et méthodes.....	98
3.1 modalités étudiées.....	98
3.2 dispositif statistique	99
3.3 conduite de la culture	99
3.4 observations	99
3.4.1 chenilles carpophages.....	99
3.4.2 infestations d'insectes piqueurs suceurs	99
3.4.3 rétention des organes fructifères	99
3.4.4 abscission	99
3.4.5 analyse de la production	99
3.4.6 estimation des rendements.....	100
3.5 analyse des résultats.....	100

4 Résultats	100
5 Conclusions et discussion	107
ETUDE DE NOUVEAUX ITINERAIRES TECHNIQUES DE CONDUITE DE LA CULTURE COTONNIERE AU MALI (RESULTATS PHYTOSANITAIRES)	108
1 Matériel et méthodes.....	108
1.1 modalités comparées et dispositif statistique	108
1.2 observations phytosanitaires.....	109
1.2.1 dégâts de pucerons et de jassides en début de campagne.....	109
1.2.2 présence des chenilles exocarpiques.....	109
1.2.3 aleurodes, jassides, mirides.....	109
1.2.4 analyse sanitaire à la récolte	109
2 Analyse des résultats	109
3 Résultats	110
4 Conclusions	115
DEFINITION RAISONNE D'UN PROGRAMME DE PROTECTION ADAPTE AUX FORTES DENSITES DE PLANTATION AU MALI	125
1 justification	126
2 Objectifs	126
3 Matériel et méthodes.....	126
3.1 modalités étudiées.....	126
3.2 dispositif statistique	126
3.3 conduite de la culture	127
3.4 observations	127
3.4.1 examen de la production au cours de la campagne	127
3.4.2 infestations de chenilles carpophages	127
3.4.3 infestations d'insectes piqueurs suceurs	127
3.4.4 niveau de floraison	127
3.4.5 analyse de la production	127
3.4.6 estimation des rendements.....	128
3.5 analyses statistiques des résultats	128
4 Résultats	128
5 Conclusions et discussion	136
LIAISON ENTRE TAUX DE RETENTION DES ORGANES FRUCTIFERES ET PRODUCTION AU MALI.....	137
1 Justification	138
2 Objectifs	138
3 Matériel et méthodes.....	138
3.1 modalités étudiées.....	138
3.2 dispositif statistique	138
3.3 conduite de la culture	139
3.4 observations	139
4 Résultats	140
5 Conclusions et discussion	145
ÉTUDE DE LA SENSIBILITÉ DES CAPSULES À L'ABSCISSION AU MALI	147
1 Justification	147
2 Objectifs	147
3 Matériel et méthodes.....	147
3.1 modalités étudiées.....	147
3.2 observations	148

4 Résultats	148
5 Conclusions et discussion	151
ADAPTATION DU SEUIL D'INTERVENTION CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES AUX FORTES DENSITES DE PLANTATION AU MALI.....	152
1 Justification	152
2 Objectifs	152
3 Matériel et méthodes.....	152
3.1 modalités étudiées.....	152
3.2 dispositif statistique	153
3.3 conduite de la culture	153
3.4 observations	153
3.4.1 ravageurs carpophages.....	153
3.4.2 rétention des organes fructifères	153
3.4.3 abscission	153
3.4.5 analyse de la production	153
3.4.6 estimation des rendements	154
4 Résultats	154
5 Conclusions et discussion	160
INTERET D'UN TRAITEMENT DE SEMENCES DANS LES PROGRAMMES DE PROTECTION DU COTONNIER AU MALI.....	162
1 Justification	162
2 Objectifs	162
3 Matériel et méthodes.....	162
3.1 modalités étudiées.....	162
3.2 dispositif statistique	163
3.3 conduite de la culture	163
3.4 observations	163
3.4.1 chenilles carpophages.....	163
3.4.2 infestations d'insectes piqueurs suceurs	163
3.4.3 rétention des organes fructifères	163
3.4.4 analyse de la production	163
3.4.5 estimation des rendements	164
4 Résultats	164
5 Conclusions et discussion	177
RECHERCHE DE VARIETES DE COTONNIER ADAPTEES AUX CONDITIONS DE CULTURE BIOLOGIQUE AU MALI.....	179
1 Justification	179
2 Objectifs	179
3 Matériel et méthodes.....	179
3.1 modalités étudiées.....	179
3.2 dispositif statistique	179
3.3 observations	180
3.3.1 infestations de ravageurs piqueurs suceurs	180
3.3.2 mapping complet à la récolte.....	180
3.3.3 estimation des rendements	180
3.3.4 stand à la récolte	180
4 Résultats	181
Réalisations expérimentales	181

Infestations de jassides.....	181
Infestations d'aleurodes	182
Infestations de mirides	183
Infestations de pucerons	184
Caractéristiques des plants à la récolte.....	184
Production et ses caractéristiques	185
Stand à la récolte.....	187
5 Conclusions et discussion	187
ANNEXE 1	189
ANNEXE 2.....	190
ANNEXE 3.....	191
ANNEXE 4.....	192
ANNEXE 5.....	193
ANNEXE 6.....	194

CONFIRMATION DE L'INTERET DES TRES FORTES AUGMENTATIONS DE DENSITE DE PLANTATION DANS DES CONDITIONS DE CULTURE BIOLOGIQUE DU COTONNIER

1 Justification

Dans les conditions biologiques de culture du cotonnier définies par Helvétas, les très fortes augmentations de densité de plantation ont procuré en 2002, avec des semis tardifs, des gains de production (parfois significatifs) et des diminutions significatives des infestations de certains ravageurs. Ces effets doivent être confirmés même temps que les conditions dans lesquelles ils sont obtenus puisque des interactions significatives avec le lieu étaient souvent apparues en 2002.

2 Objectifs

Il s'agissait de mesurer dans diverses conditions de culture biologique les effets des fortes augmentations de la densité de plantation sur les productions de coton graine et sur les infestations de ravageurs.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités et dispositif syatistique

Deux densités de plantation ont été comparées : la densité D1 était la densité recommandée par Helvétas et la densité D2 permettait d'obtenir 16.67 plants / m² (0,4 mètre x 0,3 mètres x 2 plants par poquet). La variété utilisée était celle vulgarisée dans les zones d'intervention d'Helvétas.

Pour disposer d'une variabilité suffisante de conditions de culture 12 parcelles paysannes au sein de chaque zone d'intervention d'Helvétas devaient être choisies pour implanter cette étude. Au niveau de chaque parcelle, les effets des deux densités de plantation devaient être étudiés pour deux dates de semis afin d'avoir des conditions différentes au moment de l'élaboration des productions. L'une devait être précoce et l'autre tardive, deux semaines séparant les dates de semis au niveau d'une même parcelle. Pour faciliter l'implantation le dispositif n'était pas factoriel et l'effet des dates de semis ne pouvait donc pas être étudié. Par contre un dispositif en blocs de Fisher à 3 répétitions a été adopté pour chaque date de semis au niveau de chaque parcelle avec un tirage aléatoire différent pour chaque parcelle afin de permettre des analyses de regroupement. La parcelle élémentaire comprenait 3 lignes de 15 mètres pour la densité D1 recommandée par Helvétas et 6 lignes de 15 mètres pour la densité D2.

3.2 conduite des études

En dehors de la densité de plantation, les conditions de culture ont été partout celles pratiquées par les agriculteurs qui ont suivi les recommandations d'Helvétas dans ce domaine.

3.3 observations

3.3.1 infestations de ravageurs piqueurs suceurs

A partir du 30^{ième} JAL et toutes les deux semaines on a observé les infestations d'insectes piqueurs suceurs suivants : jassides, pucerons, mirides et aleurodes. Dix plants ont été sélectionnés par parcelle sur la (ou une) ligne centrale. Ces plants pouvaient changer d'une observation à l'autre. Pour les pucerons (aptères uniquement) on a noté par plant le nombre de feuilles infestées en examinant les cinq feuilles terminales. Pour les jassides (tous les stades confondus) et les aleurodes (uniquement les adultes) les populations présentes sur la 5^{ième} feuille terminale (en partant du sommet du plant et en descendant vers le bas) de chacun de ces plants ont été relevées. Pour les mirides l'observation s'est toujours faite au niveau des mêmes plants et on a noté la gravité des dégâts qu'ils ont provoqués sur la 5^{ième} feuille terminale (en partant du sommet du plant et en descendant vers le bas) en utilisant la grille de cotation de Coacker.

3.3.2 infestations de ravageurs carpophages

Des dénombrements de chenilles carpophages, distinguant les trois espèces habituelles (*Helicoverpa armigera* Hübner, *Diparopsis watersi* Rotschild et *Earias* sp), ont été réalisés toutes les semaines au niveau de 10 plants par parcelle à partir du 30^{ième} JAL.

3.3.3 mapping complet

Avant les récoltes de coton-graine, on a délimité par parcelle un tronçon de 1,5 mètre sur la (ou une) ligne centrale. Tous les cotonniers présents sur un tronçon ont été examinés de manière détaillée. Le numéro du nœud de la première branche fructifère a été relevé ainsi que le nombre total de nœuds formés sur la tige principale et la hauteur du plant à partir du nœud cotylédonaire. Pour chaque branche fructifère de chaque plant et pour chaque position fructifère apparue sur chacune branche fructifère jusqu'à la troisième on a noté l'absence ou la présence d'un l'organe fructifère avec sa nature en considérant les catégories habituelles : capsules entièrement saines, capsules partiellement saines, capsules pourries et capsules momifiées. Enfin on s'est contenté de noter pour l'ensemble des branches végétatives le nombre de positions apparues et les nombres de capsules dans chacune de ces catégories précédentes.

La récolte du coton graine des cotonniers présents sur ces tronçons de ligne s'est opérée comme suit par parcelle : dans un premier temps on n'a récolté que le coton graine des capsules présentes sur les premières positions des premières branches fructifères jusqu'à la 15^{ième} par groupe de 5 branches fructifères successives, puis on a récolté séparément le coton graine porté par les branches végétatives et celui restant sur tous les plants examinés.

3.3.4 estimation des rendements

Par parcelle, la production de coton graine de la (ou d'une) ligne centrale ayant servi aux observations précédentes a été récoltée. Cette production (ajoutée à celle des cotonniers examinés précédemment) a servi à l'estimation du rendement en coton graine de la parcelle.

3.3.5 stand à la récolte

Enfin, les nombres de plants et de poquets présents sur la (ou une) ligne centrale de chaque parcelle, ayant servi aux observations précédentes, ont été relevés après la récolte de coton

graine. D'autre part par répétition dans chaque parcelle et pour chaque date de semis les inter-rangs ont été mesurés.

4 Résultats

Réalisations expérimentales

Les réalisations ont été différentes dans chaque zone d'intervention d'Helvétas. A Kolondiéba seules 5 parcelles paysannes furent retenues et si les deux études à des dates de semis différentes ont bien été implantées dans chacune de ces parcelles, toutes les observations n'ont pas été disponibles au niveau de chacune de ces deux dates (Tableau 1). A Yanfolila 10 parcelles avaient pu être retenues mais contrairement à Kolondiéba les deux études à des dates de semis différentes n'ont pas pu être implantées au niveau de chaque parcelle et comme à Kolondiéba les résultats de certaines observations n'étaient pas disponibles au niveau de toutes les études implantées (Tableau 1). Cet état des réalisations a fortement compliqué les analyses statistiques des résultats.

Tableau 1 : nombre d'études dont les résultats étaient disponibles pour les analyses

		pucerons	mirides	jassides aleurodes	chenilles carpophages	récolte	mapping final
Kolondiéba	précoce	5	5	5	5	4	4
	tardif	5	5	5	5	4	4
Yanfolila	précoce	10	10	10	10	10	10
	tardif	6	7	7	3	2	2

A Kolondiéba, la levée des cotonniers au sein des études qui devaient être semées précocement se situe en moyenne au 23 juin sans grande différence entre parcelles (écart maximal de 6 jours). Celle des études qui devaient être semées tardivement se situe en moyenne au 7 juillet avec des écarts à peine plus importants entre parcelles (écart maximal de 8 jours). A Yanfolila ces valeurs sont respectivement du 7 juillet pour les semis précoces mais avec un écart maximal de 15 jours entre parcelles et du 30 juillet pour les semis tardifs avec un écart maximal de 10 jours entre parcelles. On peut donc conclure que toutes les études qui ont été implantées à Kolondiéba comme à Yanfolila correspondent à des conditions tardives de semis alors que la pluviométrie de la campagne aurait permis d'avoir des semis un peu plus précoces pour la première date de semis.

Infestations de jassides

Les dynamiques des infestations de jassides dans chaque lieu et pour chaque date de semis sont présentées en annexe 1 en ce qui concerne les populations moyennes par feuille. Dans les deux zones d'interventions ces infestations sont croissantes du début de la campagne à la mi octobre (ou fin octobre pour les semis tardif de Yanfolila) mais cette croissance, peu différente en fonction des dates de semis, est beaucoup plus rapide à Yanfolila qu'à Kolondiéba. Par ailleurs les niveaux d'infestations sont considérablement plus forts à Yanfolila qu'à Kolondiéba (en populations par feuille ou en % de plants infestés), avec une aggravation légère des infestations dans chaque zone lorsque la date de semis est tardive.

Dans les infestations moyennes par feuille et par observation (Tableau 2) on note un effet de la densité de plantation qui en augmentant diminue les populations de jassides (significatif à 8,1 %). Toutefois cet effet n'est significatif que pour les semis précoces de Yanfolila et l'ensemble des semis précoces des deux zones. Aucun effet significatif n'est observé sur les semis tardifs dans les deux zones et pour l'ensemble des deux zones. Par ailleurs aucune interaction significative avec les champs n'est notée.

Tableau 2 : effets des densités sur les infestations de jassides
(nombre de jassides par feuille et par observation)

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce deux zones	tardif deux zones	deux dates de semis et zones		
	précoce	tardif	précoce	tardif					
D1	1,35	b	1,94	0,16	0,20	0,95	b	1,21	1,07
D2	1,29	a	1,90	0,16	0,19	0,91	a	1,19	1,04
F densité	12,94		0,24	0,01	0,27	7,46		0,32	3,22
Signification en %	0,6		64,1	92,2	63,2	1,6		58,8	8,1
F Interaction champ	0,34		1,24	1,01	0,17	0,52		1,08	0,85
Signification en %	95,0		3,46	44,9	94,6	90,0		41,6	66,6

Les effets de l'augmentation de la densité de plantation sur la diminution des infestations de jassides est beaucoup moins perceptible lorsque l'on considère le taux de plants infestés. Mais à l'inverse l'effet du retard au semis semble beaucoup plus fort que lorsque l'on considère les infestations par feuille à Yanfolila (Tableau 3).

Tableau 3 : effets des densités sur les infestations de jassides
(taux moyen de plants infestés par observation)

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce deux zones	tardif deux zones	deux dates de semis et zones
	précoce	tardif	précoce	tardif			
D1	45,2	66,1	9,9	13,1	31,7	42,3	36,3
D2	44,3	67,3	10,6	10,7	31,5	41,5	35,9
F densité	2,02	0,50	0,23	6,78	0,06	0,36	0,40
Signification en %	18,7	51,3	65,5	6,0	80,6	56,4	54,1
F Interaction champ	0,44	1,92	1,13	0,54	0,81	1,52	1,08
Signification en %	89,6	14,7	39,5	71,5	65,1	18,7	39,8
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Infestations d'aleurodes

D'une manière générale, presque les mêmes remarques qu'à propos des jassides peuvent être faites à propos des aleurodes concernant leurs dynamiques et leurs niveaux d'infestations dans les deux zones d'interventions (annexe 2) en particulier : des dynamiques comparables dans un même lieu pour les deux dates de semis, des populations croissantes du début de la campagne à la mi ou la fin octobre, cette croissance des populations est plus rapide à Yanfolila qu'à Kolondiéba, des niveaux d'infestations en moyenne plus élevés à Yanfolila qu'à Kolondiéba surtout au regard des taux de plants infestés et des infestations sur les semis tardifs légèrement plus élevées que celles des semis précoces.

Aucun effet significatif de l'augmentation de la densité de plantation sur les infestations d'aleurodes n'a été observé malgré une tendance à la baisse lorsque la densité de plantation augmente (Tableaux 4 et 5). Par ailleurs aucune interaction significative entre densité de plantation et champ n'est apparue pour ces ravageurs.

Tableau 4 : effets des densités de plantation sur les infestations d'aleurodes
(populations moyennes par feuille et par observation)

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce deux zones	tardif deux zones	deux dates de semis et zones
	précoce	tardif	précoce	tardif			
D1	1,46	1,76	0,41	0,49	1,11	1,16	1,16
D2	1,42	1,74	0,37	0,49	1,07	1,17	1,14
F densité	0,54	0,08	4,13	0,00	1,20	0,05	1,16
Signification en %	48,5	77,9	11,1	97,2	29,2	81,7	29,3
F Interaction champ	1,53	0,57	0,16	0,44	1,17	0,47	0,84
Signification en %	20,3	7,46	95,2	77,6	34,3	90,4	68,5
Transformation				racine			

Tableau 5 : effets des densités de plantation sur les infestations d'aleurodes
(taux moyen de plants infestés par observation)

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce deux zones	tardif deux zones	deux dates de semis et zones
	précoce	tardif	précoce	tardif			
D1	45,1	63,3	10,7	13,2	32,0	38,5	35,8
D2	44,9	63,3	10,2	13,5	31,7	39,0	35,7
F densité	0,07	0,00	0,70	0,05	0,51	0,35	0,09
Signification en %	79,4	99,0	45,2	82,9	49,5	57,0	76,8
F Interaction champ	1,04	1,08	0,51	1,34	0,74	1,08	0,91
Signification en %	44,4	41,8	72,9	32,0	71,9	41,3	59,3
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Infestations de mirides

A Yanfolila la dynamique des infestations de mirides a été différente suivant la date de semis : pour les semis précoces les populations sont croissantes jusqu'à la deuxième décennie d'octobre puis chutent considérablement par la suite alors pour les semis tardifs elles sont presque toujours croissantes (Annexe 3). A Kolondiéba les infestations sont presque toujours croissantes quelle que soit la date de semis (Annexe 3). Par ailleurs comme pour les jassides et les aleurodes, les infestations (% de plants avec des dégâts) et la sévérité des dégâts sont nettement plus fortes à Yanfolila qu'à Kolondiéba. A l'inverse des jassides et des aleurodes, les infestations et les dégâts sont à peine plus faibles pour les semis précoces par rapport aux semis tardifs.

Aucun effet de la densité de plantation n'apparaît significatif sur les infestations de mirides (Tableau 7) ou sur leurs dégâts (Tableau 6). Par ailleurs les interactions avec les champs ne sont jamais significatives.

Tableau 6 : effets des densités de plantation sur les dégâts de mirides
(grade moyen de dégât par feuille et par observation)

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce	tardif	deux
	précoce	tardif	précoce	tardif	deux zones	deux zones	Dates de semis et zones
D1	0,28	0,30	0,14	0,10	0,23	0,22	0,23
D2	0,27	0,31	0,09	0,09	0,21	0,24	0,22
F densité	0,50	0,36	0,89	0,02	1,33	0,61	0,31
Signification en %	50,1	57,4	40,2	88,6	26,8	45,7	58,7
F Interaction champ	0,68	0,36	1,01	2,59	0,76	0,63	0,77
Signification en %	72,3	89,2	44,9	10,1	69,7	78,5	75,9
Transformation					log		

Tableau 7 : effets des densités de plantation sur les infestations de mirides
(taux moyen de plants infestés par observation)

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce	tardif	deux
	précoce	tardif	précoce	tardif	deux zones	deux zones	Dates de semis et zones
D1	13,7	16,6	5,9	5,8	10,8	12,0	11,3
D2	14,0	16,5	5,9	6,2	11,0	12,3	11,6
F densité	0,18	0,03	0,00	0,06	0,12	0,07	0,18
Signification en %	68,1	86,1	98,5	80,8	73,0	79,7	67,9
F Interaction champ	0,46	0,42	0,41	1,15	0,41	0,75	0,56
Signification en %	88,7	85,1	79,8	38,8	95,9	68,4	94,6
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Infestations de pucerons

De façon encore plus marquée que pour d'autres ravageurs piqueurs suceurs, les infestations de pucerons ont été très nettement plus importantes à Yanfolila qu'à Kolondiéba en particulier au regard des taux de feuilles infestées (Annexe 4). Au niveau de leur dynamique dans chaque zone d'intervention et pour chaque date de semis, on note des infestations très rapidement croissantes en début de campagne qui présentent un seul pic à Kolondiéba aux environs de la fin août et deux à Yanfolila, le premier vers la mi août (visible surtout pour les premières dates de semis) et le second en fin septembre. Les infestations sur les semis précoces ont été en moyenne plus fortes que celles des semis tardifs mais cela est observé surtout à Yanfolila.

Une tendance, surtout à Kolondiéba, à avoir des infestations légèrement plus élevées avec la plus faible densité de plantation est notée (Tableaux 8 et 9) mais elle n'est jamais significative. Les interactions entre densités de plantation et parcelles paysannes ne sont également jamais significatives.

Tableau 8 : effets des densités de plantation sur les infestations de pucerons
(taux moyen de feuilles infestées par observation)

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce	tardif	deux
	précoce	tardif	précoce	tardif	deux zones	deux zones	dates de semis et zones
D1	37,3	27,8	2,5	2,0	22,2	12,9	18,1
D2	36,9	28,3	2,1	1,5	21,6	12,6	17,5
F densité	0,41	0,36	1,08	3,89	1,49	0,54	2,06
Signification en %	54,2	57,8	35,8	11,9	24,0	48,6	16,0
F Interaction champ	0,95	2,23	0,55	0,40	0,66	0,94	0,72
Signification en %	51,0	11,9	70,7	80,5	79,6	51,4	80,8
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	Bliss

Tableau 9 : effets des densités de plantation sur les infestations de pucerons
(taux moyen de plants infestés par observation)

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce	tardif	deux
	précoce	tardif	précoce	tardif	deux zones	deux zones	dates de semis et zones
D1	50,3	35,3	7,1	6,5	33,3	20,0	27,4
D2	50,6	35,6	6,4	4,8	33,1	18,8	26,7
F densité	0,05	0,15	0,38	5,30	0,04	2,16	0,94
Signification en %	82,8	71,5	57,3	8,2	83,7	17,0	34,3
F Interaction champ	1,77	1,33	0,51	0,35	0,90	0,62	0,79
Signification en %	13,7	31,5	73,0	84,1	56,7	77,8	73,8
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Infestations de chenilles carpophages

A Yanfolila, seules les infestations de trois études semées tardivement ont pu être suivies mais seules celles d'une seule étude purent être analysées (dans les deux autres études les infestations ont été pratiquement nulles). Pour les études semées précocement dans cette zone d'intervention, toutes les espèces carpophages sont assez bien représentées sur l'ensemble de la campagne même si une dominante *Earias* sp est notée (Tableau 10). A Kolondiéba par contre c'est très nettement *D. watersi* qui domine l'ensemble du complexe des chenilles carpophages quelle que soit la date de semis sauf en début de campagne où *Earias* est souvent dominant (Tableaux 11 et 12).

Tableau 9 : importance relative (en %) des différentes espèces carpophages à Yanfolila sur des semis précoces

	<i>H</i> <i>armigera</i>	<i>D</i> <i>watersi</i>	<i>Earias</i>
05-août	10,0	0,0	90,0
12-août	0,0	0,0	100,0
19-août	0,0	0,0	100,0
26-août	14,3	57,1	28,6
02-septembre	0,0	72,2	27,8
09-septembre	3,8	57,7	38,5
16-septembre	16,7	41,7	41,7
23-septembre	24,2	38,7	37,1
30-septembre	85,7	0,0	14,3
21-octobre	23,3	23,3	53,3
campagne	18,4	38,4	43,2

Tableau 10 : importance relative (en %) des différentes espèces carpophages à Kolondiéba sur des semis précoces

	<i>H</i> <i>armigera</i>	<i>D</i> <i>watersi</i>	<i>Earias</i>
15-juillet	0,0	0,0	100,0
22-juillet	0,0	0,0	100,0
29-juillet	0,0	0,0	100,0
05-août	0,0	50,0	50,0
12-août	0,0	55,6	44,4
19-août	4,8	71,4	23,8
26-août	0,0	87,5	12,5
02-septembre	0,0	81,5	18,5
16-septembre	10,5	73,7	15,8
23-septembre	8,0	56,0	36,0
30-septembre	0,0	94,1	5,9
07-octobre	0,0	61,1	38,9
campagne	3,0	72,1	24,8

Tableau 11 : importance relative (en %) des différentes espèces carpophages à Kolondiéba sur des semis tardifs

	<i>H</i> <i>armigera</i>	<i>D</i> <i>watersi</i>	<i>Earias</i>
12-aoû	0,0	0,0	100,0
19-aoû	0,0	70,0	30,0
26-aoû	0,0	81,8	18,2
02-sep	0,0	71,4	28,6
09-sep	0,0	87,5	12,5
16-sep	0,0	93,3	6,7
23-sep	6,2	56,2	37,5
30-sep	0,0	100,0	0,0
07-oct	3,8	50,0	46,2
campagne	1,9	70,9	27,2

Les dynamiques de ces ravageurs ont été particulières à chaque zone et à chaque date de semis (Annexe 5). A Yanfolila sur des semis précoces, les trois espèces de chenilles

carpophages montrent un pic d'infestation en fin septembre même si l'espèce *D. watersi* développe déjà un pic au début de ce même mois. A Kolondiéba sur des semis précoces cette même espèce, qui domine très nettement le complexe des chenilles carpophages, montre un pic d'infestation vers la fin du mois d'août mais maintient ses infestations à un niveau relativement élevé par la suite. Dans la même zone d'intervention sur des semis tardifs *D. watersi* montre trois périodes de fortes infestations : la première en fin août, la seconde au cours de la deuxième décade de septembre et la dernière vers la mi octobre. Sur ces semis l'espèce *Earias* sp ne se manifeste qu'en fin de campagne vers la mi octobre.

Les niveaux moyens d'infestations de chenilles carpophages, toutes espèces confondues, ont été sur l'ensemble de la campagne plus élevés à Kolondiéba qu'à Yanfolila (Annexe 6). Ils ont été très rarement supérieurs à 5 chenilles pour 100 plants à Yanfolila sur des semis précoces alors qu'à Kolondiéba ce niveau d'infestation est constamment dépassé à partir de la mi septembre sur les semis précoces. Sur des semis tardifs dans cette même zone d'intervention le même constat peut être fait à partir de la mi septembre mais en moyenne les infestations sont plus faibles que sur les semis précoces.

Aucun effet significatif des densités de plantation n'est observé sur les infestations de chenilles carpophages toutes espèces confondues (Tableau 12). Cependant, on note des tendances inverses à Kolondiéba et à Yanfolila : dans la première zone d'intervention l'augmentation de la densité de plantation réduirait les infestations de chenilles carpophages alors que l'inverse est noté à Yanfolila mais l'interaction entre densités de plantation et parcelles paysannes n'est jamais significative.

Tableau 12 : effets des densités de plantation
sur les infestations de chenilles carpophages
(toutes espèces confondues)
populations cumulées sur 10 plants pendant la campagne

	Yanfolila précoce	Kolondiéba		précoce deux zones	deux dates de semis et zones
		précoce	tardif		
D1	2,81	5,20	3,67	3,83	3,67
D2	3,81	4,81	3,20	4,36	3,95
F densité	2,05	0,12	1,26	0,79	0,43
Signification en %	18,8	74,5	32,6	39,3	52,5
F Interaction champ	1,46	1,86	0,27	1,45	1,16
Signification en %	24,0	19,4	89,2	19,9	33,7
Transformation		racine			

Examen des plants à la récolte

Dans l'ensemble on observe (Tableaux 13 à 15) une diminution de la taille des plants, une réduction du nombre de nœuds formés sur la tige principale et une apparition plus précoce de la première branche fructifère à la suite d'une augmentation de la densité de plantation. Cependant ces tendances ne sont significatives que pour le nombre de nœuds formés et la hauteur des plants. Ces effets sont notés de la même manière pour l'ensemble des réalisations précoces alors que pour les réalisations tardives si les mêmes tendances sont conservées leur signification n'apparaît que pour l'apparition de la première branche fructifère.

Par ailleurs, si les nombres de nœuds formés sur la tige principale des cotonniers ne semblent pas influencés par la date de semis, ils sont supérieurs à Kolondiéba. Dans cette même zone d'intervention la hauteur des cotonniers à la récolte est également bien plus

importante qu'à Yanfolila. Il ne semble pas y avoir d'influence de la date de semis sur cette caractéristique de développement des cotonniers. La première branche fructifère semble apparaître beaucoup plus tôt à Yanfolila qu'à Kolondiéba et dans cette zone une accélération du début du cycle fructifère avec un retard au semis semble apparaître (elle est beaucoup plus faible à Kolondiéba).

Tableau 13 : effets des densités de plantation sur la taille des cotonniers

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce deux zones	tardif deux zones	deux dates de semis et zones
	précoce	tardif	précoce	tardif			
D1	55,7	45,5	77,4	71,5	62,9 a	64,1	63,3 a
D2	47,5	51,0	66,4	64,9	53,8 b	60,9	56,1 b
F densité	4,02	0,23	1,18	3,69	4,90	0,59	5,42
Signification en %	7,4	71,0	33,9	12,6	4,2	47,7	2,9
F Interaction champ	1,22	18,64	5,63	1,23	2,10	3,07	2,23
Signification en %	33,7	1,34	1,26	36,0	4,3	3,9	1,2

Tableau 14 : effets des densités de plantations sur le nombre de nœuds formés sur la tige principale

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce deux zones	tardif deux zones	deux dates de semis et zones
	précoce	tardif	précoce	tardif			
D1	19,3 a	18,2	21,9	21,2	20,2 a	20,4	20,2 a
D2	17,6 b	18,7	20,6	20,4	18,6 b	19,9	19,0 b
F densité	8,00	0,07	1,35	2,66	8,91	0,57	8,65
Signification en %	1,9	83,3	31,1	17,7	1,0	48,3	0,8
F Interaction champ	1,74	6,32	3,59	2,12	2,11	3,26	2,37
Signification en %	14,3	6,6	4,6	15,3	4,3	3,2	0,8

Tableau 15 : effets des densités de plantation sur le N° du nœud de la première branche fructifère

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce deux zones	tardif deux zones	deux dates de semis et zones
	précoce	tardif	précoce	tardif			
D1	5,7	4,3	6,5	6,5	6,0	5,8 a	5,9
D2	5,2	3,9	6,5	6,3	5,6	5,6 b	5,6
F densité	1,45	1,31	0,02	6,13	1,36	6,09	2,42
Signification en %	25,9	45,8	90,4	6,8	26,3	4,8	13,1
F Interaction champ	3,01	0,26	2,33	0,36	3,04	0,21	2,25
Signification en %	1,9	64,1	12,7	83,2	0,5	96,5	1,2

Dans les analyses de ces caractéristiques des plants à la récolte (Tableaux 13 à 15) on remarque que les interactions avec les parcelles sont assez souvent significatives, en particulier lorsque l'on considère les résultats l'ensemble des réalisations. Cela signifie donc que les effets de l'augmentation de la densité de plantation sur ces caractéristiques dépendront des caractéristiques de chaque parcelle. En examinant l'ensemble des résultats par répétition, on constate que la réduction de la croissance en hauteur des cotonniers à la suite d'une augmentation de la densité de plantation se manifeste essentiellement lorsque les cotonniers dépassent 70 cm (Figure 20 en annexe 7), que la réduction de la formation

des nœuds sur la tige principale à la suite d'une augmentation de la densité de plantation se manifeste surtout lorsque les cotonniers ont un nombre de nœuds sur la tige principale supérieur à 20 (figure 21 en annexe 7) et que l'apparition plus précoce de la première branche fructifère à la suite d'une augmentation de la densité de plantation se manifeste (figure 22 en annexe 7) surtout lorsque cette apparition est naturellement tardive (apparition au minimum au nœud 5).

La récolte de coton graine et ses caractéristiques

Les taux de rétention des organes fructifères à la récolte sont extrêmement faibles surtout à Kolondiéba. Dans cette zone en effet ils ont varié en fonction des dates de semis et des parcelles de 3,7 % à 31,4 % avec une moyenne de 15,9 % alors qu'à Yanfolila ces chiffres sont respectivement de 4,0 %, 100,0 % et 33,8 %. Sauf peut être à Kolondiéba, les semis tardifs ne sont que faiblement pénalisés (Tableau 16). Aucun effet significatif de l'augmentation de la densité de plantation sur les taux de rétention n'est noté mais l'interaction entre les densités de plantation et les parcelles est significative à Kolondiéba quelle que soit la date de semis (Tableau 16). Toutefois aucune explication ne peut être donnée.

Tableau 16 : effets des densités de plantation sur le taux de rétention des organes fructifères

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce deux zones	tardif deux zones	deux dates de semis et zones
	précoce	tardif	précoce	tardif			
D1	29,6	31,1	18,0	12,7	25,5	17,3	22,8
D2	33,8	34,8	16,2	11,6	27,5	17,3	24,0
F densité	2,73	0,07	0,99	0,70	1,07	0,00	0,68
Signification en %	13,0	82,2	37,9	45,2	32,0	98,8	42,4
F Interaction champ	0,79	3,71	6,34	3,98	1,06	2,52	1,31
Signification en %	62,7	12,5	0,8	3,5	42,9	7,2	22,4
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Les taux de capsules entièrement saines sont considérablement plus élevés à Kolondiéba qu'à Yanfolila quelle que soit la date de semis alors que les pressions de chenilles carphages y étaient apparues plus fortes (Tableau 17). Globalement l'augmentation de la densité a permis d'améliorer significativement les taux de capsules entièrement saines alors que le résultat inverse avait été obtenu dans des études antérieures (Tableau 17). Cette signification ne se retrouve toutefois que pour les semis précoces mais quelle que soit la zone d'interventions. Par ailleurs l'incidence négative du retard de la date de semis ne semble se manifester qu'à Kolondiéba (Tableau 17). Enfin pour cette caractéristique de la production aucune interaction significative entre les densités de plantation et les parcelles n'est observée.

Tableau 17 : effets des densités de plantation sur les taux de capsules entièrement saines

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce deux zones	tardif deux zones	deux dates de semis et zones
	précoce	tardif	précoce	tardif			
D1	29,0 b	31,9	73,0 b	69,1	43,5 b	58,7	48,4 b
D2	49,9 a	49,3	81,1 a	65,9	61,0 a	61,3	61,1 a
F densité	6,15	0,94	17,01	1,01	8,81	0,19	7,62
Signification en %	3,4	51,0	1,6	37,4	1,0	67,8	1,13
F Interaction champ	0,84	1,93	0,67	0,92	0,86	1,78	1,03
Signification en %	58,7	23,7	62,8	49,2	60,3	17,4	45,3
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Les poids moyens capsulaires sont en moyenne plus faibles à Yanfolila qu'à Kolondiéba mais quelles que soient la zone d'intervention et la date de semis ont ne décèle aucun effet de l'augmentation de la densité de plantation (Tableau 18). Dans les deux zones d'interventions l'essentiel de la production provient des capsules restées en place sur la première position de chacune des cinq premières branches fructifères : pour 70,3 % en moyenne à Kolondiéba et pour 88,8 % en moyenne à Yanfolila (Tableau 19). Dans cette répartition de la production à l'échelle du plant on note par ailleurs un effet significatif de l'augmentation de la densité de plantation qui regroupe encore plus la production sur ces cinq positions fructifères (Tableau 19). Mais cet effet est atténué (il n'est plus significatif) avec un retard de la date de semis (Tableau 19).

Les niveaux de production sont faibles dans les deux zones d'intervention et le retard au semis a aggravé fortement les performances des parcelles (Tableau 20). Partout l'augmentation de la densité de plantation a permis d'améliorer les performances de production. Elles ont significativement doublé sur l'ensemble des deux zones que l'on considère séparément ou non les deux dates de semis. Mais lorsque l'on considère chaque date de semis séparément à l'intérieur de chaque zone, cette signification n'apparaît que pour les semis précoces à Yanfolila (Tableau 20).

Tableau 18 : effets des densités de plantation sur le poids moyen capsulaire (en g)

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce deux zones	tardif deux zones	deux dates de semis et zones
	précoce	tardif	précoce	tardif			
D1	2,68	2,58	3,47	3,03	2,92	2,88	2,91
D2	2,72	2,55	3,32	3,03	2,90	2,87	2,89
F densité	0,07	0,01	1,06	0,00	0,03	0,00	0,04
Signification en %	78,8	92,3	38,0	98,3	85,5	95,6	84,6
F Interaction champ	0,64	0,23	1,13	0,5	0,68	0,30	0,52
Signification en %	73,8	66,1	39,3	69,5	75,3	90,4	92,8

Tableau 19 : effets des densités de plantation
sur la répartition de la production à l'échelle du plant
part en % de la production issue des premières positions
des cinq premières branches fructifères

	Yanfolila précoce	Kolondiéba		précoce deux zones	tardif deux zones	deux dates de semis et zones
		précoce	tardif			
D1	79,9 b	51,5 b	78,5	70,4 b	85,8	75,6 b
D2	95,9 a	87,2 a	89,0	93,2 a	90,8	92,5 a
F densité	8,73	19,98	1,58	22,56	0,48	14,95
Signification en %	2,5	1,9	29,8	0,1	53,1	0,2
F Interaction champ	1,06	0,77	3,35	1,00	3,11	1,56
Signification en %	42,8	54,3	7,6	47,6	6,6	14,2
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Tableau 20 : effets des densités de plantation
sur la production de coton graine en kg/ha

	Yanfolila		Kolondiéba		précoce deux zones	tardif deux zones	deux dates de semis et zones
	précoce	Tardif	précoce	tardif			
D1	195,8 b	33,6	188,9	103,9	193,8 b	80,5 b	154,9 b
D2	464,6 a	148,9	249,6	168,0	403,2 a	161,7 a	319,0 a
F densité	9,81	11,37	3,00	4,24	9,96	11,32	11,20
Signification en %	1,2	19,2	18,1	13,1	0,7	2,0	0,3
F Interaction champ	9,7	0,51	1,33	2,94	9,52	1,44	9,46
Signification en %	0,0	52,0	33,1	9,9	0,0	27,8	0,0

Sur les 60 répétitions de cette étude (toutes zones, toutes parcelles et toutes dates de semis confondues) qui ont permis d'avoir des résultats de production, 52 fois (soit 86,7 % des cas) le rendement obtenu avec la densité D2 a été supérieur à celui obtenu avec la densité D1. Ce résultat est traduit dans la figure 42.

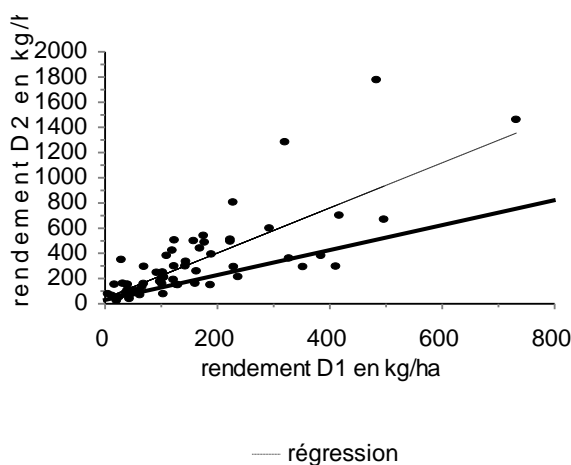


Figure 42 : variations des rendements de D2 en fonction de ceux de D1

Pour cette raison il est très difficile d'interpréter l'interaction significative observée entre la densité de plantation et les parcelles paysannes sinon qu'en proportion les augmentations de production dues à l'augmentation de la densité de plantation auront tendance à être plus fortes lorsque les potentialités de la parcelle sont faibles ce que traduit la figure 43.

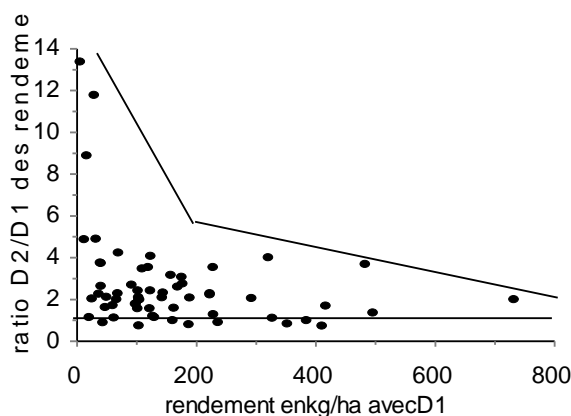


Figure 43 : ratio des rendements D2/D1
en fonction du rendement avec D1

Dans les 8 répétitions au sein desquelles le rendement obtenu avec la densité D2 est inférieur à celui obtenu avec la densité D1, l'écart moyen de production n'est que de 34,7 kg/ha (variant entre 1,8 kg/ha et 115,3 kg/ha).

Stand à la récolte

Les objectifs de densité de plantation recherchés à travers cette étude sont loin d'avoir été atteints que ce soit à Kolondiéba ou à Yanfolila (Tableau 21 pour les densités D2).

Tableau 21 : nombre de plants par m² en fonction des densités comparées

	moyenne		maximum		minimum	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2
Kolondiéba	4,6	8,2	7,0	13,5	1,4	3,2
Yanfolila	4,8	10,0	6,8	15,6	2,8	6,2

Les densités moyennes plus faibles enregistrées à Kolondiéba pourraient être à l'origine des moins bonnes performances de production dans cette zone d'intervention. Toutefois le coefficient de corrélation entre rendement et densité de plantation pour l'ensemble des parcelles ayant donné des résultats de production, qui est certes significatif, n'est que de 0,487.

5 Conclusions et discussion

Au niveau des ravageurs on retrouve cette année mais sur un nombre bien plus élevé de parcelles, les mêmes différences qu'en 2002 entre les deux zones d'interventions d'Helvétas. La pression des insectes piqueurs suceurs (jassides, mirides, aleurodes et pucerons) est beaucoup plus forte à Yanfolila qu'à Kolondiéba. Certains d'entre eux, en particulier les jassides compte tenu des infestations enregistrées et des dégâts observés ont probablement eu une incidence sur les productions à Yanfolila. Par ailleurs, comme les pratiques phytosanitaires développées par Helvétas pour la conduite biologique de la culture cotonnière sont inefficaces vis-à-vis de ces ravageurs (les bio-pesticides actuellement diffusés agissant par ingestion), la réussite de la conduite biologique de la culture cotonnière est probablement plus certaine, dans les conditions actuelles, à Kolondiéba qu'à Yanfolila. Pour la zone de Yanfolila, il est important de mettre en œuvre d'autres pratiques compatibles avec la culture biologique assurant une limitation des infestations de ces ravageurs. L'emploi de variétés résistantes ou tolérantes à ces ravageurs et/ou l'augmentation de la densité de plantation, comme le montre cette étude à propos des jassides, devraient être envisagées dans cette zone d'intervention.

Les niveaux moyens de production enregistrés dans cette étude sont extrêmement bas : 98,3 % des répétitions ont produit moins de 500 kg/ha avec la densité de plantation vulgarisée. Les dates de levée relativement tardives (au plus tôt au cours de la dernière décade de juin à Kolondiéba) pourraient en être à l'origine mais d'autres causes sont possibles : l'isolement des parcelles rendant plus aigus les problèmes phytosanitaires, l'insuffisance de la fertilisation du cotonnier soit par ce que les quantités de fumure organique apportées sont trop faibles (l'éloignement des parcelles par rapport à l'exploitation accentuant ce caractère) ou soit que l'efficacité de celle-ci est insuffisante (problème de qualité de cette matière organique), le choix des parcelles pour la conduite biologique de la culture cotonnière (leur localisation sur des défriches récentes pouvant être associée à des carences minérales), etc.

Entre les deux zones d'interventions on a noté dans les productions une différence en faveur de Yanfolila alors que les pressions parasitaires en insectes piqueurs suceurs, le développement des cotonniers à la récolte et le poids moyen capsulaire sont en faveur de l'autre zone d'intervention. Les plus faibles densités de plantation enregistrées à Kolondiéba pourraient en être à l'origine. Mais, il est plus probable que le faible taux de rétention des organes fructifères enregistré à Kolondiéba en soit la cause car la production de sites fructifères par plant ou par m² a été considérablement plus élevée à Kolondiéba qu'à Yanfolila : en moyenne avec la densité de plantation vulgarisée chaque cotonnier a produit 34,2 sites fructifères à Kolondiéba contre 7,5 à Yanfolila et par m² la production moyenne de sites fructifères à Kolondiéba a été de 236,8 sites contre 37,6 à Yanfolila.

Même si cet effet ne pouvait pas être analysé statistiquement, au regard des infestations d'insectes piqueurs suceurs (en particulier des jassides mais à l'exception des pucerons), la précocité des semis devrait être préconisée dans la conduite biologique de la culture cotonnière.

Des effets importants dus à une forte augmentation de la densité de plantation ont été retrouvés dans cette étude : une réduction significative des infestations de jassides par plant avec des semis précoces, une réduction significative de la croissance des cotonniers, un groupement de la production sur les premières positions apparues et surtout une augmentation significative de la production de coton graine qui a doublé. D'autres effets apparus ont été par contre inattendus : une amélioration significative du taux de capsules entièrement saines et une tendance à débiter plus tôt le cycle fructifère. Des interactions significatives entre densité de plantation et parcelles paysannes ont parfois été notées mais elles n'ont affecté que des caractéristiques de développement du cotonnier (les effets de

l'augmentation de la densité de plantation apparaissant plus forts lorsque les conditions de développement sont meilleures) et la production de coton graine.

Cependant il faut souligner que ces effets, en particulier ceux sur la production de coton graine, ont été obtenus dans des conditions de levée tardive. En conséquence c'est uniquement dans ces conditions que l'augmentation de la densité de plantation pourrait être actuellement proposée comme amélioration dans la conduite biologique de la culture cotonnière après deux années de résultats positifs.

Enfin, on doit souligner que les résultats de cette campagne ont été obtenus dans une diversité de situations qui renforce la valeur des conclusions pratiques. Cette approche qui consiste à conduire une étude dans une diversité de situations avec des répétitions au sein de chacune d'elles, devrait donc être privilégiée. Cependant on peut regretter pour cette campagne que la diversité n'ait pas pu être structurée comme nous l'avions proposée pour permettre en particulier une meilleure compréhension des interactions significatives entre le facteur densité de plantation et les parcelles paysannes.

En dehors des perspectives liées à la pratique des fortes densités de plantation, il nous semble important de rechercher des éléments de réponse aux questions que nous venons de formuler.

Pour quelles raisons observe t-on des différences dans l'entomofaune du cotonnier entre les deux zones d'intervention qui ne sont pourtant pas très éloignées l'une de l'autre ? Ces différences pourraient être liées soit à des pratiques relatives à la culture cotonnière, soit à des environnements, etc. La connaissance de ces raisons permettrait d'envisager peut être un élargissement au delà de la parcelle de l'échelle de la gestion des ravageurs de la culture cotonnière.

Les taux de rétention des organes fructifères plus faibles observés à Kolondiéba par rapport à Yanfolila, qui confirment les résultats de l'année précédente, méritent également notre attention. Les abscissions pouvant être ou non d'origine parasitaire aucune piste ne doit être privilégiée. Cependant, certains ravageurs importants ne sont peut être pas pris en compte dans nos observations actuelles ou nos appréciations des infestations de certains ravageurs dans cette zone d'intervention sont sous estimées, bien qu'elles correspondent à nos propres observations lors de nos visites. Dans un premier temps il nous apparaît important de pouvoir mieux situer dans le temps la période pendant laquelle les abscissions sont les plus importantes et de caractériser cette période par de multiples observations concernant la plante et son environnement.

A propos de l'augmentation des densités de plantation, en dehors d'une diffusion de cette pratique dans les conditions que nous formulons au niveau de nos conclusions, nous devrions aborder principalement les thèmes suivants :

- 1 évaluer les effets de l'augmentation de la densité de plantation dans d'autres conditions, en particulier avec des semis précoces, afin de préciser celles dans lesquelles elle se révèle bénéfique pour la culture,
- 2 analyser les raisons pour lesquelles les objectifs de fortes densités de plantation n'ont jamais été atteints
- 3 déterminer les raisons de l'amélioration significative du taux de capsules entièrement saines à la suite d'une augmentation de la densité de plantation

Sur le plan méthodologique il nous apparaît important de pouvoir mieux structurer la diversité des situations dans laquelle nous travaillerons dans l'optique de formuler des conseils, à

propos de l'augmentation de la densité de plantation ou d'autres thèmes, plus précis et mieux adaptés à cette diversité.

annexe 1

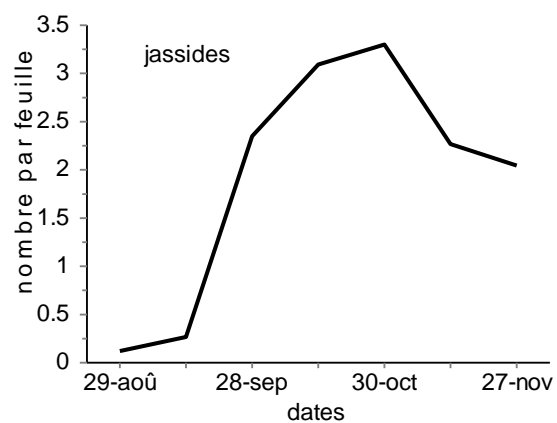
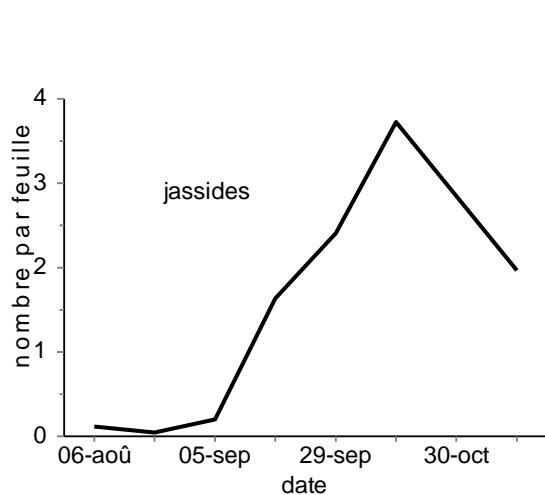


Figure 1 : dynamique des jassides à Yanfolila (semis précoce)

Figure 2 : dynamique des jassides à Yanfolila (semis tardif)

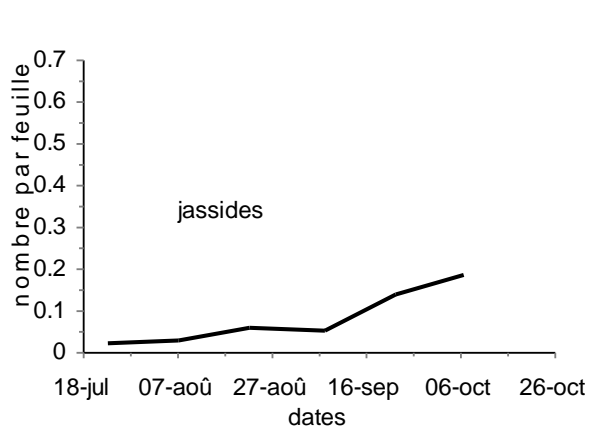


Figure 3 : dynamique des jassides à Kolondiéba (semis précoce)

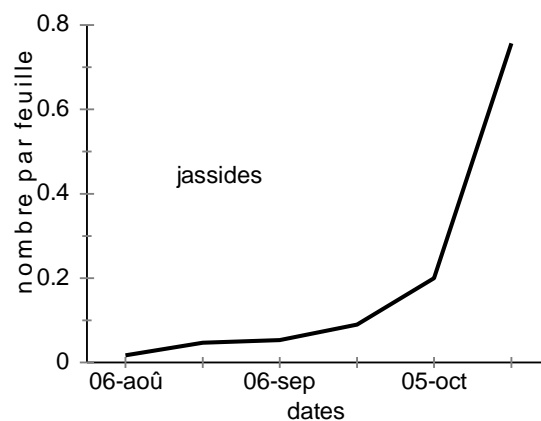


Figure 4 : dynamique des jassides à Kolondiéba (semis tardif)

Annexe 2

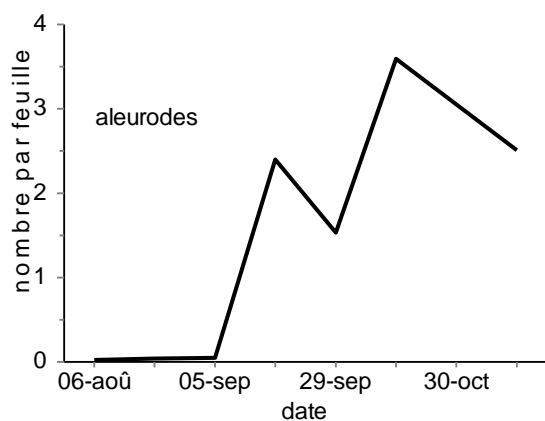


Figure 5 : dynamique des aleurodes à Yanfolila (semis précoce)

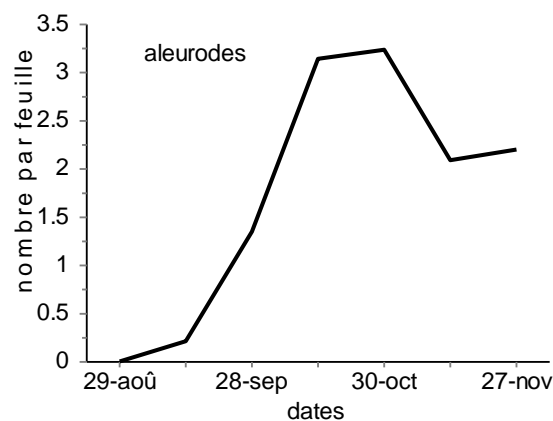


Figure 6 : dynamique des aleurodes à Yanfolila (semis tardif)

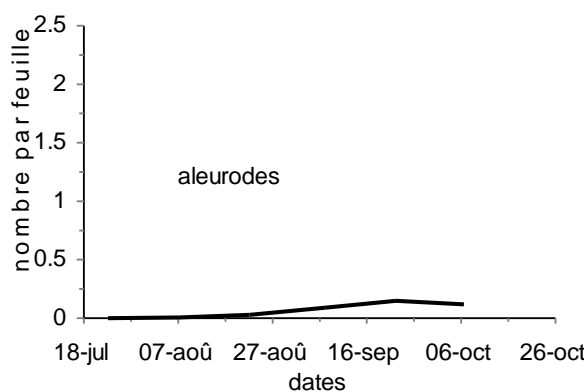


Figure 7 : dynamique des aleurodes à Kolondiéba (semis précoce)

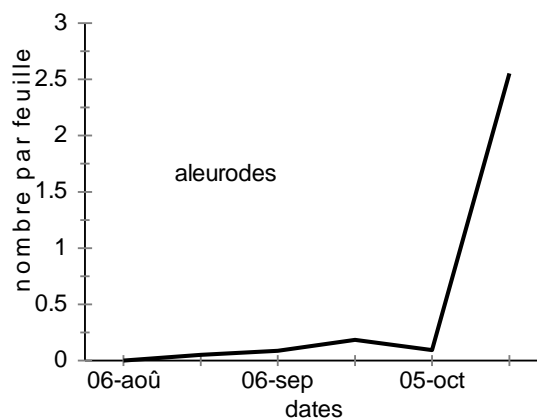


Figure 8 : dynamique des aleurodes à Kolondiéba (semis tardif)

Annexe 3

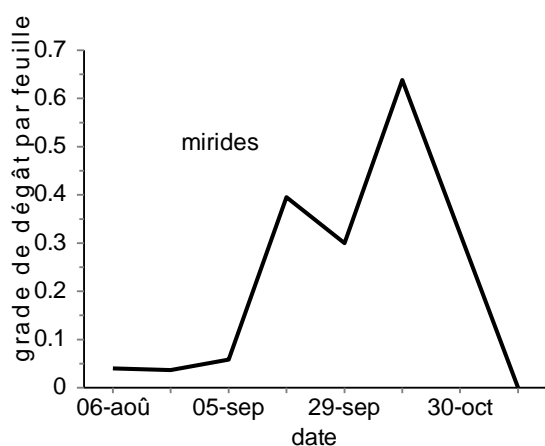


Figure 9 : dynamique des mirides à Yanfolila (semis précoce)

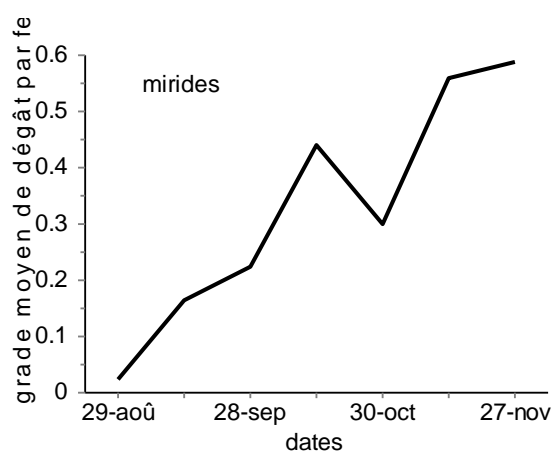


Figure 10 : dynamique des mirides à Yanfolila (semis tardif)

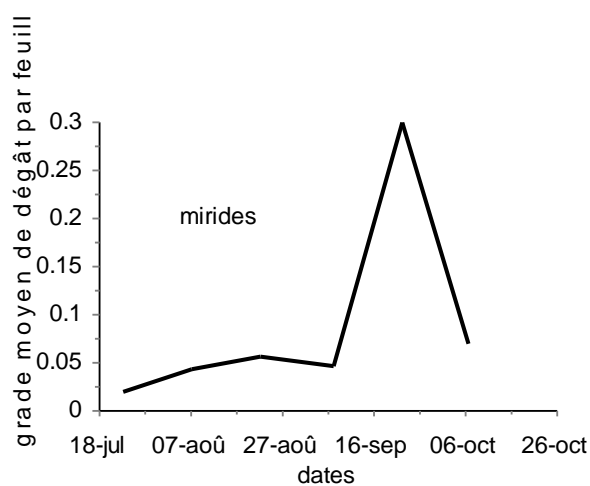


Figure 11 : dynamique des mirides à Kolondiéba (semis précoce)

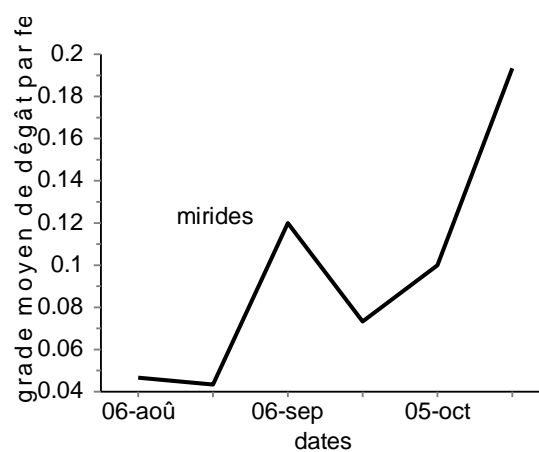


Figure 12 : dynamique des mirides à Kolondiéba (semis tardif)

Annexe 4

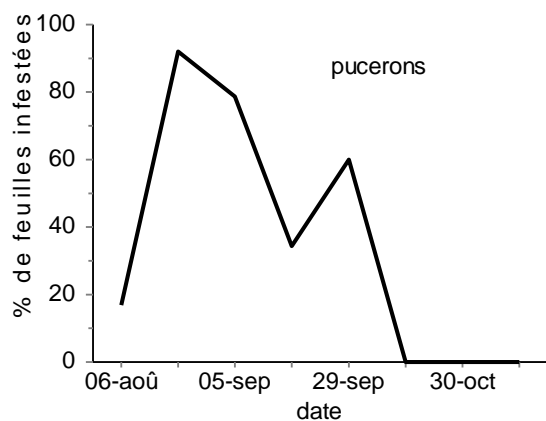


Figure 13 : dynamique des pucerons à Yanfolila (semis précoce)

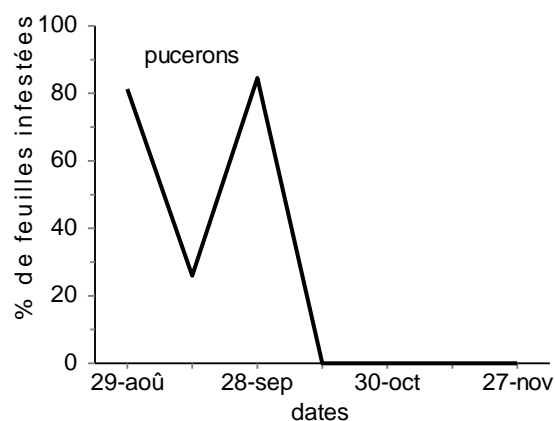


Figure 14 : dynamique des pucerons à Yanfolila (semis tardif)

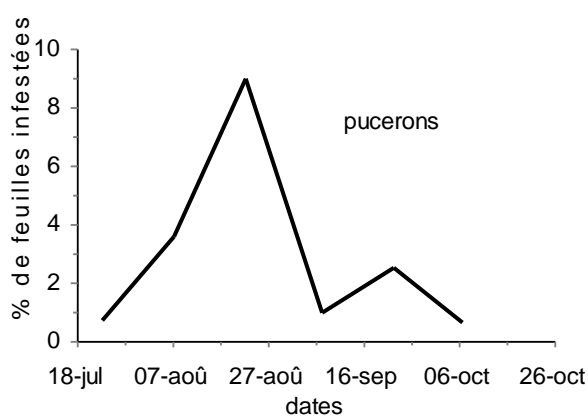


Figure 15 : dynamique des pucerons à Kolondiéba (semis précoce)

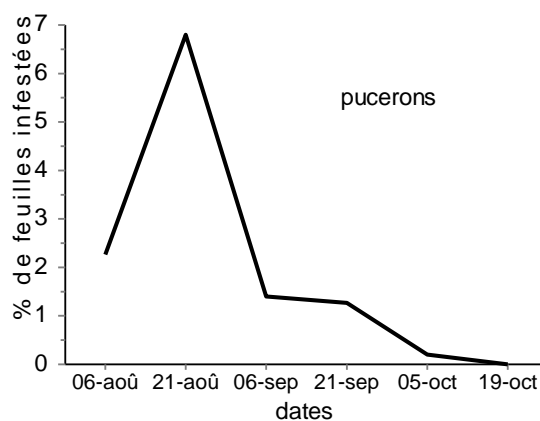


Figure 16 : dynamique des pucerons à Kolondiéba (semis tardif)

Annexe 5

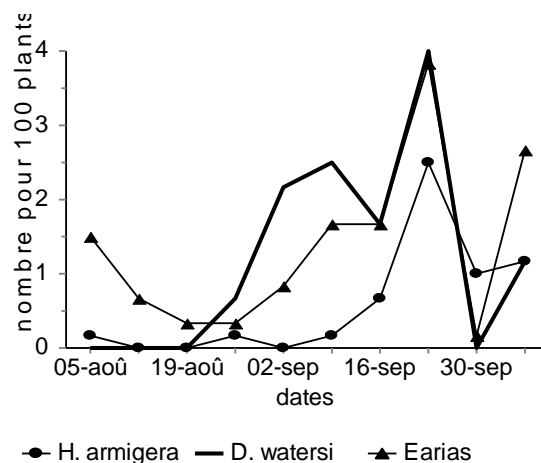


Figure 17 : dynamique des chenilles carpophages à Yanfolila (semis précoce)

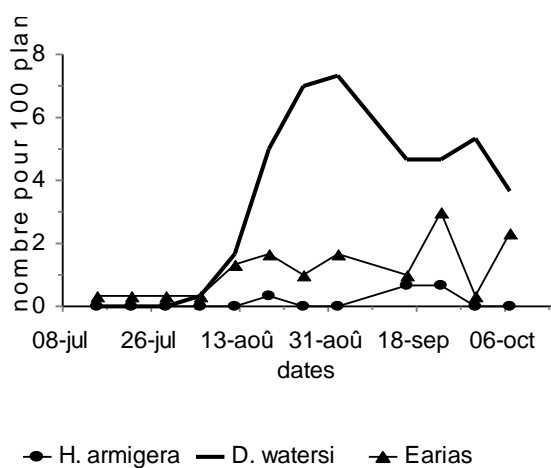


Figure 18 : dynamique des chenilles carpophages à Kolondiéba (semis précoces)

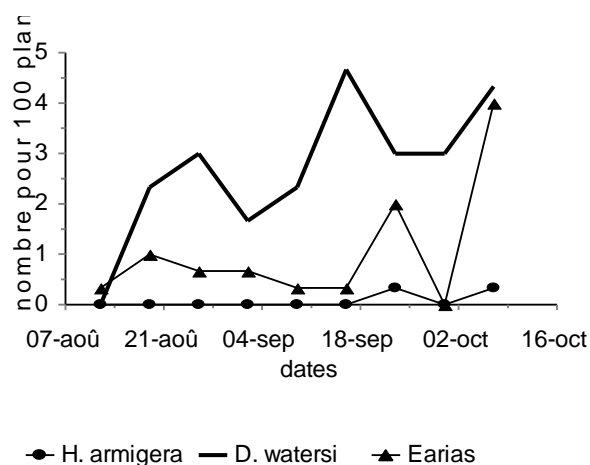


Figure 19 : dynamique des chenilles carpophages à Kolondiéba (semis tardifs)

Annexe 6

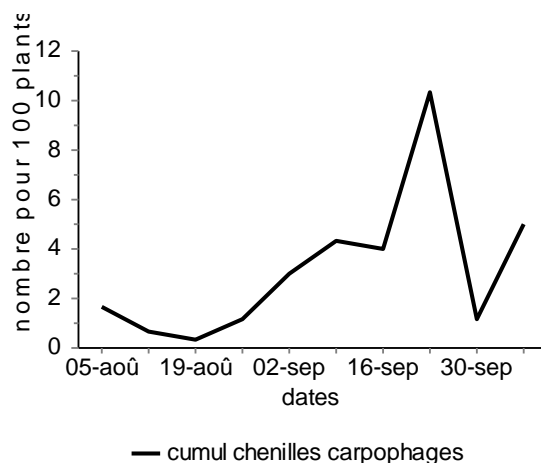


Figure 20 : dynamique des chenilles carpophages à Yanfolila (semis précoce)

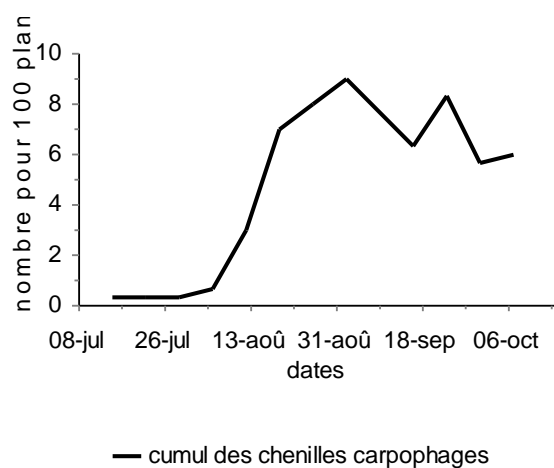


Figure 21 : dynamique des chenilles carpophages à Kolondiéba (semis précoces)

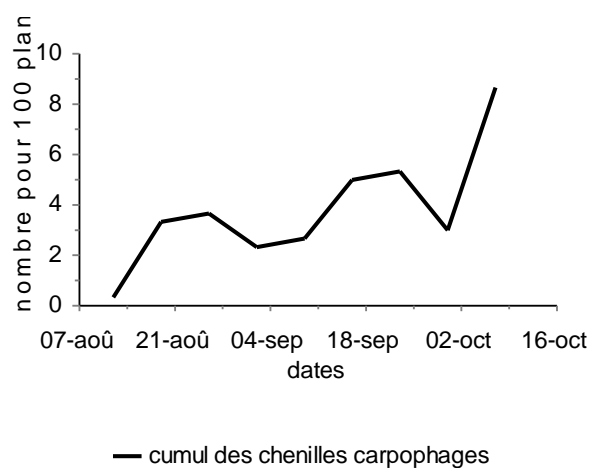


Figure 22 : dynamique des chenilles carpophages à Kolondiéba (semis tardifs)

Annexe 7

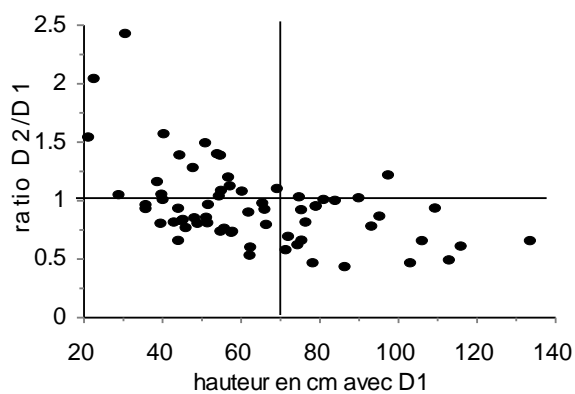


Figure 23: réduction de la taille des cotonniers

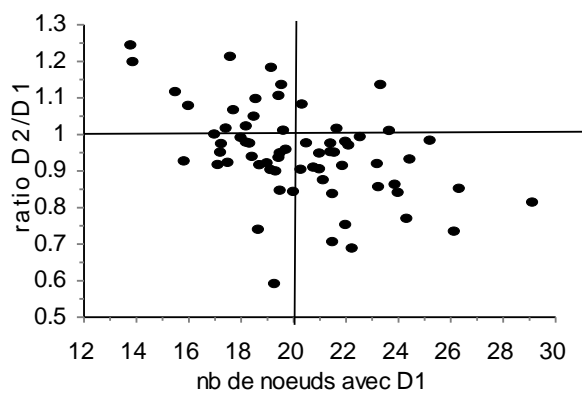


Figure 24 : réduction du nombre de nœuds de la tige principale

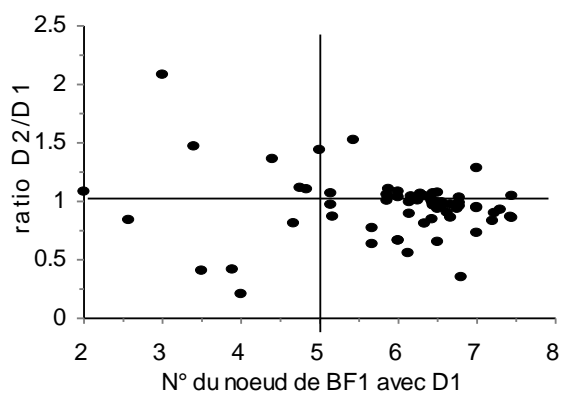


Figure 25 : précocité d'apparition de la première branche fructifère

ENQUÊTE À PROPOS DE LA VARIÉTÉ NTA 93 2 DANS LA RÉGION DE SIKASSO (ASPECTS PHYTOSANITAIRES)

1 Justification

Lors des estimations de production faites par les agents de la CMDT dans la région de Sikasso, de faibles performances agronomiques de la variété NTA 93 2 apparaissaient à l'issue de la campagne 2003 (Tableau 1).

Tableau 1 : estimation des rendements en coton graine dans différentes ZPA (zone de production agricole) de la région de Sikasso

ZPA	estimation rendement en kg/ha	variété cultivée
Bandierso	1218	STAM 59 A
<i>Bowara</i>	<i>885</i>	<i>NTA 93 2</i>
Danderesso A	1381	STAM 59 A
Danderesso B	1401	STAM 59 A
Finkolo	1166	STAM 59 A
Hérémakono	1292	STAM 59 A
Kaboila	1156	STAM 59 A
<i>Lobougoula A</i>	<i>840</i>	<i>NTA 93 2</i>
<i>Lobougoula B</i>	<i>734</i>	<i>NTA 93 2</i>
Natien	1035	STAM 59 A
Nébadougou	1388	STAM 59 A
Sikasso A	1368	STAM 59 A
Sikasso B	1091	STAM 59 A
Sokourani	1201	STAM 59 A
Zantiguila A	1302	STAM 59 A
Zantiguila B	1280	STAM 59 A
<i>Ziasso</i>	<i>1119</i>	<i>NTA 93 2</i>

Il était alors important pour la recherche d'en expliquer les raisons cette variété ayant par le passé donné de très bons résultats dans ce domaine.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude a été de rechercher les raisons d'un mauvais comportement agronomique éventuel de la variété NTA 93 2.

3 Matériel et méthodes

Pour pouvoir aborder ce problème de comportement de la variété NTA 93 2 dans la région de Sikasso, il fallait, compte tenu d'une variabilité très probable entre les différentes ZPA, choisir une ZPA, parmi celles où des performances de la NTA 93 2 sont apparues faibles, au sein de laquelle deux variétés différentes ont été cultivées au cours de l'année 2003. La ZPA de Bowara a alors été choisie car à la fois NTA 93 2 et STAM 59 A y ont été cultivées. Pour mieux contrôler la variabilité spatiale, les villages voisins de Kolokodéni, Niantanso, Kolokoba I, Kolokoba II et Nampéressédougou ont été sélectionnés dans la ZPA de Bowara. Les treize parcelles (5 avec la variété STAM 59 A et 8 avec la variété NTA 93 2) qui ont été retenues au sein de l'ensemble de ces villages appartenaient à l'échantillonnage de parcelles fait par la CMDT pour les estimations de rendement. Au niveau de chaque parcelle des observations ont été effectuées au niveau des trois placettes sur une ligne de cotonniers. Malgré une intervention tardive des chercheurs (fin novembre), ces observations

dans chaque placette ont comporté en particulier un examen précis de plants (30 par placette) au niveau de leurs caractéristiques de production : nombre de branches fructifères, numéro de la première branche fructifère et nature de l'organe fructifère situé sur la première position de chacune des branches fructifères. D'autres observations ont été réalisées (densité de plantation, hauteur des cotonniers, etc) mais elles ne seront pas présentées dans ce document car elles participent peu aux aspects phytosanitaires. Pour chaque parcelle, la CMDT a donné un relevé précis de l'itinéraire technique suivi en particulier sur le plan phytosanitaire et les résultats définitifs de production.

4 Résultats

En dehors d'une apparition plus tardive de la première branche fructifère en défaveur de la variété NTA 93 2 (constat toujours fait à propos de cette variété), aucune différence statistiquement significative n'est à signaler entre cette variété et la variété STAM 59 A (Tableau 2) en particulier dans les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère, les taux de capsules entièrement saines et les rendements en coton graine.

Tableau 2 Effets des variétés sur quelques caractéristiques mesurées
au niveau des parcelles visitées

	NTA 93 2	STAM 59 A	signification en %
noeud de BF1	7,0	6,4	3,8
nombre moyen de branches fructifères	12,8	14,5	21,9
nombre moyen de branches végétatives	1,7	1,5	21,9
taux de rétention global sur les premières positions des branches fructifères en %	31,9	32,7	65,3
taux de rétention global sur les premières positions des branches fructifères 1 à 5 en %	53,4	57,3	9,2
taux de rétention global sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10 en %	21,3	25,5	16,7
taux de rétention global sur les premières positions des branches fructifères 11 à 15 en %	3,9	3,8	95,2
taux de capsules entièrement saines sur les premières positions des branches fructifères en %	91,4	89,4	12,8
taux de capsules entièrement saines sur les premières positions des branches fructifères 1 à 5 en %	93,4	92,2	42,0
taux de capsules entièrement saines sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10 en %	85,4	84,5	77,0
rendement en kg/ha	792,0	793,4	99,7

A l'inverse et sans tenir compte de l'aspect variétal, on s'aperçoit que les performances des parcelles ayant suivi un programme de lutte étagée ciblée (6 parcelles) ont donné de meilleurs résultats que celles (7 parcelles) ayant connu des traitements sur seuil (Tableau 3). En particulier les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère sont améliorés pour les 10 premières branches fructifères (qui en général assurent une grande partie de la production) ainsi que les taux de capsules entièrement saines sur ces mêmes positions des cinq premières branches fructifères. Toutefois la différence de près de 180 kg/ha de coton graine en faveur des parcelles ayant suivi un programme de lutte étagée ciblée n'est pas significative.

Tableau 3 : Effets des programmes de protection sur quelques caractéristiques mesurées au niveau des parcelles visitées

	lec	seuil	signification en %
Noeud de BF1	6,6	7,0	12,5
Nombre moyen de branches fructifères	15,0	12,2	2,1
Nombre moyen de branches végétatives	1,8	1,5	26,5
taux de rétention global sur les premières positions des branches fructifères	33,4	31,1	25,5
taux de rétention global sur les premières positions des branches fructifères 1 à 5	57,7	52,5	3,6
taux de rétention global sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10	27,4	19,0	0,5
taux de rétention global sur les premières positions des branches fructifères 11 à 15	5,2	2,6	12,7
taux de capsules entièrement saines sur les premières positions des branches fructifères	91,8	89,6	10,0
taux de capsules entièrement saines sur les premières positions des branches fructifères 1 à 5	94,8	91,4	1,4
taux de capsules entièrement saines sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10	87,0	83,3	26,1
rendement en kg/ha	889,3	709,6	65,0

Les mêmes tendances se retrouvent en examinant les performances de ces deux types de programme de protection par variété (Tableaux 4 à 7) mais elles ne pouvaient pas être analysées statistiquement en raison d'un nombre de parcelles limité par type de programme et par variété : 2 parcelles en lutte étagée ciblée avec NTA 93 2 et 4 avec STAM 59 A. On remarquera toutefois que la lutte étagée ciblée avec la variété NTA 93 2 a donné 316 kg/ha de coton graine de plus que le programme d'interventions sur seuil. Le différentiel n'est que de 130 kg/ha pour la variété STAM 59 A.

Tableau 4 : effets combinés des programmes de protection et des variétés sur quelques caractéristiques de plants (noeud de la première fructifères, nombres moyens de branches fructifères et de branches végétatives)

	noeud de BF1		nombre moyen de branches fructifères		nombre moyen de branches végétatives	
	lec	seuil	lec	seuil	lec	seuil
NTA 93 2	7,1	7,0	14,2	12,4	2,0	1,6
STAM 59 A	6,3	6,8	15,4	10,9	1,6	0,8
Moyenne	6,6	7,0	15,0	12,2	1,8	1,5

Tableau 5 : effets combinés des programmes de protection et des variétés sur les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère

	taux de rétention en % sur les premières positions des branches fructifères					
	1 à 5		6 à 10		11 à 15	
	lec	seuil	Lec	seuil	lec	seuil
NTA 93 2	57,4	52,1	26,7	19,5	7,0	2,8
STAM 59 A	57,8	55,5	27,8	16,3	4,3	1,5
Moyenne	57,7	52,5	27,4	19,0	5,2	2,6

Tableau 6 : effets combinés des programmes de protection et des variétés sur les taux de capsules entièrement saines en première position de branche fructifère

	taux de capsules entièrement saines en % sur les premières positions des branches fructifères					
	1 à 15		1 à 5		6 à 10	
	lec	seuil	lec	seuil	lec	seuil
NTA 93 2	95,1	90,2	97,7	92,0	91,3	83,4
STAM 59 A	90,1	86,3	93,3	88,0	84,9	82,6
Moyenne	91,8	89,6	94,8	91,4	87,0	83,3

Tableau 7 : effets combinés des programmes de protection et des variétés sur les rendements en kg/ha

	rendement en kg/ha	
	lec	seuil
NTA 93 2	1029,0	713,0
STAM 59 A	819,5	689,0
moyenne	889,3	709,6

5 Conclusions et discussion

En conclusion, des parcelles visitées il semble très probable que le parasitisme de début de campagne ait été mal maîtrisé avec les programmes d'interventions sur seuil quelle que soit la variété cultivée. Si en proportion la variété NTA 93 2 a plus souvent été protégée par des programmes d'interventions sur seuil ayant présenté les mêmes faiblesses qu'au sein des parcelles visitées, il n'est peut être pas étonnant que ses performances de production soient apparues plus faibles que celles de la variété STAM 59 A.

Selon les résultats de cette étude la variété NTA 93 2 serait même plus pénalisée en production par l'application des programmes d'interventions sur seuil que la variété STAM 59 A. Ce constat n'est pas surprenant car l'une des caractéristiques souvent notée dans nos études en faveur de la variété NTA 93 2 est un meilleur taux de rétention des organes fructifères situés en première position des premières branches fructifères, sans qu'elle se traduise par des productions supérieures. Alors si ces positions sont moins bien protégées (cas apparemment des parcelles de cette enquête en début de campagne) cette variété peut être plus pénalisée que d'autres.

Même s'il ne faut pas généraliser les conclusions de cette courte étude, l'intérêt de connaître les performances agronomiques des programmes d'interventions sur seuil en milieu réel est renforcé. En effet en milieu contrôlé ces programmes de protection ont parfois révélé certaines des faiblesses que nous avons constatées dans cette enquête (taux de rétention et taux de capsules entièrement saines plus faibles par rapport à d'autres programmes de protection) mais elles ne se sont jamais traduites par des performances de production très nettement inférieures comme celles apparues dans cette enquête.

Par ailleurs, cette étude pourrait aussi renforcer l'intérêt de la recherche d'une bonne adaptation des variétés aux programmes de protection diffusés et surtout à la réalité de leur application. Ainsi, lorsque les sélectionneurs mettent en place des essais en milieu paysan, il pourrait s'avérer judicieux de choisir leurs emplacements en prenant en compte une variabilité structurée d'itinéraires de protection suivis.

ETUDE DES POSSIBILITES DE REDUCTION DE LA PROTECTION INSECTICIDE APRES UN ETETAGE RAISONNE DES COTONNIERS AU MALI

1 Justification

En 2002, un étêtage des cotonniers dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère a permis de réduire les populations de chenilles carpophages au moment du dernier pic d'infestation de la campagne et n'a pas entraîné de perte de production. Une réduction de la protection phytosanitaire en fin de campagne lorsqu'un étêtage est pratiqué semble alors envisageable. Elle contribuerait alors à limiter les impacts négatifs de l'utilisation des pesticides au niveau de l'environnement et de la santé humaine, mais son absence d'incidence sur la production mérite d'être vérifiée.

2 Objectifs

Le premier objectif de cette étude a été de confirmer les résultats de la campagne précédente à propos d'un étêtage des cotonniers après l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère à savoir : une réduction des infestations de chenilles carpophages en fin de campagne et une absence de répercussion négative sur la production de coton graine. Le second objectif a été d'examiner la possibilité d'une réduction de la protection insecticide en fin de campagne pour tenir compte des infestations plus faibles en chenilles carpophages lorsque les cotonniers sont étêtés.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Avec un étêtage des cotonniers après l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère trois programmes de protection insecticide ont été comparés au programme de protection recommandé au Développement et appliqué à des cotonniers non étêtés (Tableau 1).

Tableau 1 : modalités étudiées

étêtage		Dates des interventions foliaires en jours après la levée					
A	non	45	59	73	87	101	115
B	oui	45	59	73	87		
C	oui	45	59	73	87	101	
D	oui	45	59	73	87	101	115

L'étêtage des cotonniers a été pratiqué dès l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère pour les parcelles des modalités concernées. Le programme des interventions phytosanitaires a utilisé l'endosulfan à 500 g/ha pour les deux premières applications et une association pyrèthrine organo phosphoré pour les suivantes (cyperméthrine chlorpyrifos éthyl : 36 150 g/ha).

3.2 dispositif statistique

Le dispositif statistique a été celui des blocs de FISHER à 6 répétitions. La parcelle élémentaire comprenait 8 lignes de 10 mètres (64 m²) mais seules les six lignes centrales étaient concernées par les applications insecticides et l'étêtage.

3.3 conduite de la culture

La variété utilisée a été NTA 88 – 6. Elle a été semée au cours de la première décade de juin (le 8 juin). En dehors des interventions phytosanitaires, toutes les pratiques culturales (densité de plantation, entretien contre l'enherbement, fertilisation minérale, etc) ont été celles recommandées au Développement.

3.4 observations

3.4.1 suivi de la formation des branches fructifères

Chaque semaine à partir du 60^{ième} JAL, on a examiné 20 plants par parcelle. Pour chaque cotonnier, on a noté le nombre de branches fructifères apparues sur la tige principale. On a considéré qu'une branche fructifère était formée lorsque le bouton floral en première position était nettement visible. Cette observation qui a servi à fixer la date d'étêtage ne concerna que les parcelles des objets B, C et D. L'étêtage des cotonniers d'une parcelle a alors été effectué juste après l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère (moyenne des 20 plants). Cette observation a été arrêtée sur chaque parcelle après l'étêtage.

3.4.2 suivi des infestations de chenilles carpophages

A partir de la date d'étêtage, on a dénombré 2 fois par semaine, sur 10 plants par parcelle au niveau des deux lignes centrales, les chenilles carpophages présentes en distinguant les espèces.

3.3.3 abscission d'organes fructifères

A partir de la date d'étêtage, on a ramassé tous les 2 jours les organes fructifères tombés dans l'interligne central de chaque parcelle. Dans les tris qui ont suivi ces ramassages, on n'a pas distingué la nature des organes tombés mais on a dénombré séparément sur ceux qui ont été troués par une chenille carpophage et les autres.

3.4.4 production et examen de la production

Avant les récoltes de coton-graine, on a délimité un tronçon de ligne de 1,5 mètre sur une ligne centrale de chaque parcelle. Tous les cotonniers présents sur un tronçon ont été examinés de manière détaillée pour leur production. Pour chaque branche fructifère (de la première à la quinzième) et pour chaque position (de la première à la troisième) de chacune d'elle on a noté l'absence ou la présence de l'organe fructifère en considérant les catégories habituelles : capsules entièrement saines, capsules partiellement saines, capsules pourries et capsules momifiées. Pour les branches végétatives on s'est contenté de noter pour l'ensemble le nombre de capsules dans chacune de ces catégories.

La récolte du coton graine des cotonniers présents sur ces tronçons de ligne s'est opérée comme suit par parcelle :

dans un premier temps on n'a récolté que le coton graine des capsules présentes sur les premières positions des premières branches fructifères jusqu'à la 15^{ième} par groupe de 5 branches fructifères successives. Dans second temps on a récolté le coton graine porté par les branches végétatives de tous les plants examinés et ensuite celui restant sur les plants examinés.

3.4.5 estimation des rendements

Par parcelle, la production de coton graine des 4 lignes centrales a récoltée. Cette production (ajoutée à celle des cotonniers examinés) a servi à l'estimation des rendements en coton graine.

3.5 analyse des résultats

Les modules du logiciel « STATITCF » ont été employés pour les analyses de variance et les transferts des données, enregistrées sur les tableurs (QUATTRO PLUS ou EXCEL). Des transformations de variables ont été parfois nécessaires (au regard des valeurs obtenues pour les résidus : distribution, écarts types, etc) pour rendre possible les analyses de variance. Pour une interprétation plus simple des résultats des contrastes furent également utilisés (Tableau 2). Dans les tableaux, les résultats de ces contrastes sont présentés ainsi : + < (> ou =) selon que la moyenne pondérée des objets affectés d'un coefficient de signe positif est inférieure (supérieure ou égale) à la moyenne pondérée des objets affectés d'un coefficient signe négatif, suivi de la signification en % du contraste.

Tableau 2 : coefficients des contrastes utilisés

	A	B	C	D
1	3	-1	-1	-1
2	0	2	-1	-1
3	0	0	1	-1

Le premier contraste permet d'apprécier l'intérêt d'un étêtage quel que soit le niveau de protection appliqué. Les deux contrastes suivant examinent la possibilité d'une réduction de la protection phytosanitaire lorsqu'un étêtage est pratiqué.

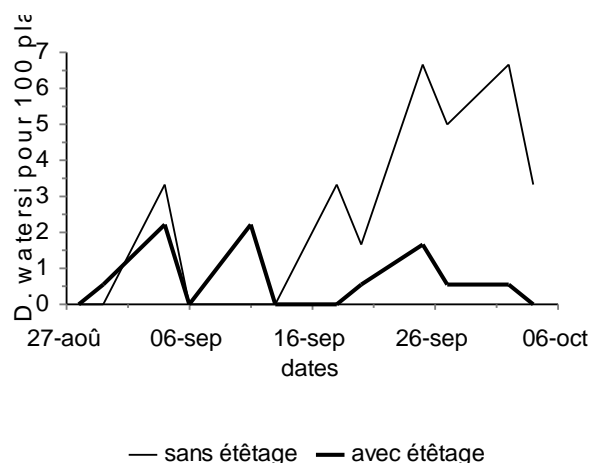
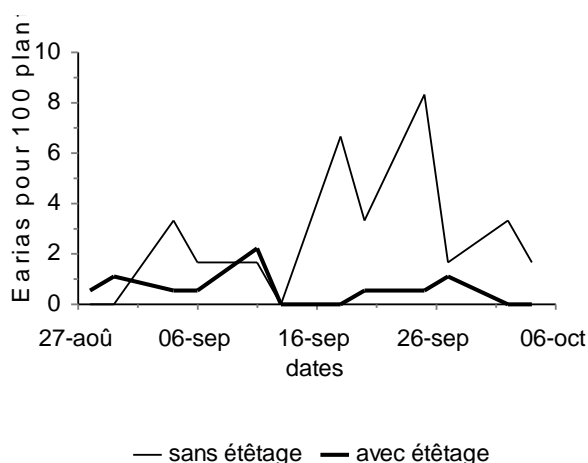
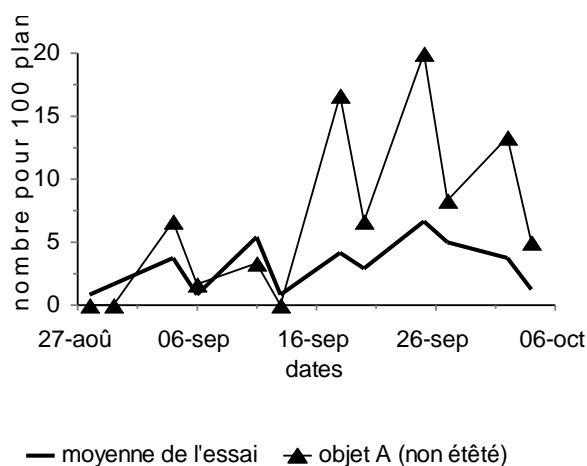
4 Résultats

Selon les parcelles qui étaient concernées, l'étêtage des cotonniers a été pratiqué le 28 août (77^{ième} JAL qui marque le début de certaines observations) ou le 4 septembre (84^{ième} JAL).

Si sur l'ensemble de la campagne l'espèce *D. watersi* a été dominante (Tableau 3) les deux autres espèces de chenilles carpophages (*H. armigera* et *Earias*) ont néanmoins été bien présentes. La domination de *D. watersi* au sein de ce complexe de ravageurs est surtout marquée en fin de campagne (à partir de la fin septembre) même si des pics d'infestations sont également notés pour les deux autres espèces à la même période. La domination d' *H. armigera* apparaît au cours de la mi-septembre et celle d'*Earias* en début septembre (Tableau 3). Comme le montre la figure 1, les niveaux d'infestations en chenilles carpophages (toutes espèces confondues) ont beaucoup fluctué au cours de la campagne mais n'ont pas été très élevés : en moyenne ils sont restés inférieurs à 7 chenilles pour 100 plants. Cependant sur les parcelles n'ayant pas été étêtées (Figure 1) ils sont en moyenne plus forts en particulier en fin de campagne où ils ont atteint 20 chenilles pour 100 plants (valeur du seuil habituellement utilisé contre les chenilles carpophages).

Tableau 3 : importance relative (en%) des différentes espèces carpophages au cours de la campagne

	<i>D. watersi</i>	<i>Earias</i>	<i>H. armigera</i>
28/08/03	0,0	50,0	50,0
30/08/03	25,0	50,0	25,0
04/09/03	66,7	33,3	0,0
06/09/03	0,0	100,0	0,0
11/09/03	30,8	38,5	30,8
13/09/03	0,0	0,0	100,0
18/09/03	20,0	40,0	40,0
20/09/03	28,6	42,9	28,6
25/09/03	43,8	37,5	18,8
27/09/03	33,3	25,0	41,7
02/10/03	55,6	22,2	22,2
04/10/03	66,7	33,3	0,0
campagne	38,6	33,3	28,1



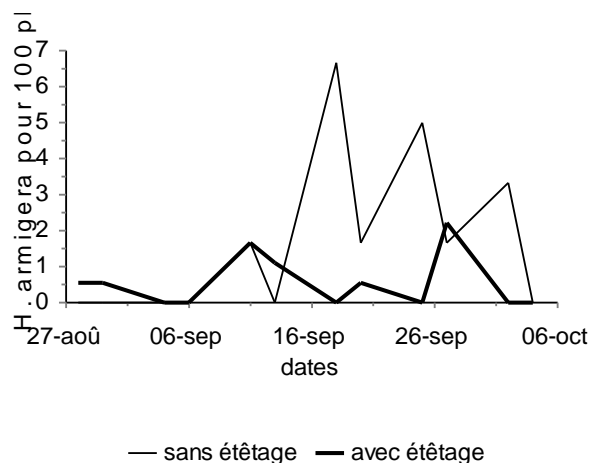


Figure 4 : dynamique des populations d'*H. armigera*

L'effet positif de l'étêtage sur les infestations de ravageurs carpophages a été spectaculaire cette année quelle que soit l'espèce considérée comme le montrent les figures 2 à 4 et le tableau 4.

Tableau 4 : effets des modalités comparées sur les infestations cumulées de chenilles carpophages pour 100 plants à partir de la mi-septembre

	<i>D</i> <i>Watersi</i>	<i>Earias</i> <i>sp</i>	<i>H</i> <i>armigera</i>
A	26,67b	25,00b	18,33b
B	3,33a	1,67a	1,67a
C	3,33a	3,33a	1,67a
D	3,33a	1,67a	5,00a
F modalités	10,75	10,47	8,43
Signification en %	0,1	0,1	0,2
Transformation	Log	racine	racine
Contrastes			
1	+>- 0,0	+>- 0,0	+>- 0,0
2	+ = -	+<- 84,8	+<- 57,2
3	+ = -	+>- 74,7	+<- 32,7

Au regard de ces résultats d'infestations, la réduction du programme de protection semble par ailleurs envisageable lorsqu'un étêtage raisonné des cotonniers est pratiqué (Tableau 4).

Ces deux premiers résultats (en faveur de l'étêtage et de la réduction du programme d'interventions phytosanitaire) se retrouvent au niveau des abscissions d'organes fructifères (Tableau 5) provoquées par des ravageurs carpophages (organes troués).

Tableau 5 : effets des modalités sur les abscissions d'organes fructifères

		Nombre d'organes fructifères tombés pour 100 m ²		
		sains	troués	
	A	2816,7	468,8	b
	B	2614,6	300,0	a
	C	2406,3	335,4	a
	D	2404,2	264,6	a
F modalités		0,80	6,67	
Signification en %		51,6	0,5	
contraste				
	1	+>- 19,8	+>- 0,1	
	2	+>- 45,6	+ = -	
	3	+>- 99,1	+>- 17,4	

Cependant, malgré ces différences au niveau des abscissions provoquées par des chenilles carpophages (organes troués), dans les taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 1 à 10 observés à la récolte aucune différence n'apparaît significative entre les modalités de cette étude et aucun effet significatif de l'étêtage n'est noté (Tableau 6).

Tableau 6 : effets des modalités de l'étude sur les taux de rétention à la récolte des organes fructifères en première position de branche fructifère

		taux de rétention à la récolte des organes fructifères en première position de branche fructifère	
		1 à 5	6 à 10
	A	59,0	39,7
	B	56,7	42,6
	C	54,7	43,1
	D	60,3	37,5
F modalités		0,32	0,37
Signification en %		81,3	77,9
Transformation		bliss	bliss
contraste			
	1	+>- 71,2	+<- 76,2
	2	+<- 87,6	+>- 68,4
	3	+<- 39,1	+>- 37,8

En production de coton graine (Tableau 7) aucune différence statistiquement significative n'est observée tant dans son importance que dans sa répartition à l'échelle du plant (75 % étant en moyenne issu des premières positions de 10 premières branches fructifères). Comme l'année précédente une légère augmentation du poids moyen capsulaire est notée lorsqu'un étêtage est pratiqué mais elle n'est pas significative.

Tableau 7 : effets des modalités sur la production de coton graine et ses caractéristiques

	Taux de capsules entièrement saines en %	poids moyen capsulaire en g	part de la production issue des premières positions des branches fructifères		rendement en kg/ha
			1 à 5	6 à 10	
A	89,7	3,09	50,9	25,5	1862,8
B	91,2	3,17	53,1	24,9	1866,9
C	89,9	3,22	40,8	24,7	1899,4
D	91,9	3,11	58,6	22,4	1934,5
F modalités	0,09	0,17	1,27	0,30	1,71
Signification en %	96,1	91,5	32,0	82,7	20,7
Transformation	bliss		bliss	bliss	

5 Conclusions et discussion

Cette année l'étêtage raisonné des cotonniers a confirmé qu'il était sans incidence sur la production de coton graine et réduisait de manière spectaculaire les infestations de ravageurs carpophages en fin de campagne. En liaison avec cet avantage sur le plan phytosanitaire, la suppression des deux dernières applications insecticides du programme de protection vulgarisé semble parfaitement envisageable. Même si le gain monétaire lié à cette suppression d'interventions phytosanitaires peut apparaître dérisoire (2 traitements x 5 000 F CFA/ha = 10 000 F CFA/ha) les avantages qu'elle procure sur les plans de la santé humaine et de protection de l'environnement ne le sont certainement pas.

Après deux ans d'expérimentations en milieu contrôlé, il conviendrait maintenant de confirmer en milieu réel les avantages procurés par un étêtage raisonné des cotonniers en cours de campagne. La faisabilité de cette pratique culturale pourrait par ailleurs être mieux appréciée à travers de telles études.

Parallèlement en milieu contrôlé de nouveaux axes de recherches pourraient être explorés en dehors d'une confirmation des résultats procurés par un étêtage des cotonniers à partir de l'apparition de la 15^{ième} branche fructifère avec la densité de plantation vulgarisée.

Le renforcement, par l'emploi d'une plante piège comme le gombo, de la moindre attractivité des cotonniers étêtés vis-à-vis des chenilles carpophages pourrait être étudié. Si la combinaison de ces deux pratiques (étêtage et plante piège) s'avérait encore plus intéressante elle pourrait même être proposée aux opérations de développement de la culture biologique au Mali.

Par ailleurs, dans les études qui furent conduites jusqu'à présent l'attention a été portée exclusivement sur la réduction des infestations de chenilles carpophages. Mais il n'est pas impossible que les dynamiques d'infestation d'autres ravageurs sur cotonniers soient également modifiées à la suite d'un étêtage. Il conviendrait alors de l'apprécier en particulier pour les aleurodes qui pullulent souvent en fin de campagne au Mali.

Enfin, en liaison avec les très fortes augmentations de densité de plantation cette pratique culturale d'un étêtage raisonné des cotonniers en cours de campagne mériterait d'être étudiée. La non-réalisation d'interventions phytosanitaires en fin de campagne, rendrait la pratique des fortes densités de plantation plus facilement acceptable par les agriculteurs. Par ailleurs, compte tenu de la localisation de la production à l'échelle des plants un étêtage plus

précoce pourrait être envisagé pour les très fortes densités de plantation alors qu'il s'était avéré défavorable en 2002 pour la densité de plantation recommandée.

ETUDE DES CONDITIONS DE MANIFESTATION DES EFFETS D'UN REGULATEUR DE CROISSANCE DU COTONNIER (ASPECTS PHYTOSANITAIRES)

1 Matériel et méthodes

1.1 modalités étudiées et dispositif statistique

Trois facteurs ont été mis en œuvre dans des études toutes conduites suivant un dispositif split plot factoriel à 4 répétitions : la densité de plantation (premier facteur), la fertilisation de la culture et l'emploi d'un régulateur du cotonnier. Les modalités des différents facteurs sont présentées dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 1 : modalités de densité de plantation

		inter rang en m	inter poquet en m	plants par poquet
D1	8,33 plants par m ²	0,8	0,3	2
D2	16,67 plants par m ²	0,6	0,1	1
D3	25,00 plants par m ²	0,4	0,1	1

Tableau 2 : modalités de fertilisation

	engrais complet en kg/ha	urée en kg/ha	fumure organique en t/ha
F1	0	0	0
F2	150	50	5
F3	300	100	10

Tableau 3 : modalités d'emploi d'un régulateur de croissance du cotonnier

	emploi d'un régulateur de croissance au début de la floraison
Non	pas d'application
Oui	application

La parcelle élémentaire a été de 48 m² avec des lignes de 10 mètres de long : soit 6 lignes si la densité de plantation était de 8,33 plants par m², 8 lignes si la densité de plantation était de 16,67 plants par m² et 12 lignes si la densité de plantation était de 25,00 plants par m².

1.2 conditions de réalisation

Toutes les lignes de chaque parcelle élémentaire ont reçu les applications foliaires d'insecticides et celles du régulateur de croissance lorsque la parcelle devait les recevoir. Le régulateur de croissance du cotonnier a été le chlorure de mépiquat (PIX® à 1 litre par ha au total) appliqué en deux fois à 45 et 65 jours après levée (JAL). L'engrais complet a été celui vulgarisé par la CMDT (14-18-18). La protection phytosanitaire a respecté le programme vulgarisé par la CMDT. Elle comprenait 2 premiers traitements à l'endosulfan (500 g / ha) suivis de 4 traitements avec un binaire (cyperméthrine chlorpyrifos éthyl 36 150 g / ha). Ces traitements ont été réalisés aux dates suivantes en jours après la levée : 45, 59, 73, 87,

101 et 115. Toutes les autres opérations culturales (entretiens contre l'enherbement, buttage, etc) ont respecté les recommandations de la recherche.

1.3 implantations

Au total 5 études ont été mises en place : 3 pour des semis précoces (début juin) à Sotuba, N'Tarla et Finkolo et 2 avec des semis tardifs (début juillet) à Sotuba et N'Tarla. Un tirage aléatoire des parcelles a été effectué pour chaque étude.

1.4 observations

1.4.1 infestations de ravageurs piqueurs suceurs

Toutes les deux semaines à partir du 30^{ième} JAL, les infestations d'insectes piqueurs suceurs suivants ont été observées : jassides, pucerons, mirides et aleurodes. Dix plants ont été sélectionnés par parcelle sur l'une des lignes centrales. Ces plants pouvaient changer d'une observation à l'autre. Pour les pucerons (aptères uniquement) on a noté par plant le nombre de feuilles infestées en examinant les cinq feuilles terminales. Pour les jassides (tous les stades confondus) et les aleurodes (uniquement les adultes) les populations présentes sur la 5^{ième} feuille terminale (en partant du sommet du plant et en descendant vers le bas) de chacun de ces plants ont été relevées. Pour les mirides l'observation, toujours faite au niveau des mêmes plants, a noté la gravité des dégâts qu'ils ont provoqués sur la 5^{ième} feuille terminale (en partant du sommet du plant et en descendant vers le bas) en utilisant la grille de cotation de Coacker.

1.4.2 infestations de ravageurs carpophages et examen d la production de capsules

Toutes les deux semaines à partir du 45^{ième} JAL, on a examiné les chenilles carpophages présentes sur 10 plants par parcelle. Ces plants n'ont pas changé d'une observation à l'autre. Aux 73^{ième}, 87^{ième} et 101^{ième} JAL ces mêmes plants ont fait l'objet d'un examen pour les capsules qu'ils portaient en considérant uniquement deux catégories de capsules: les capsules entièrement saines et les capsules trouées par une chenille carpophage. Pour ces comptages on a opéré de la façon suivante : l'ensemble d'un plant a d'abord été considéré puis on a examiné les premières positions de ses 15 premières branches fructifères (par groupe de 5 branches successives) de ce plant.

1.4.3 analyse de la production

Avant les récoltes de coton-graine, on a délimité par parcelle un tronçon de ligne de 1,5 mètre sur une ligne centrale. La récolte du coton graine des cotonniers présents sur ces tronçons de ligne s'est opérée comme suit par parcelle :

dans un premier temps on n'a récolté que le coton graine des capsules présentes sur les premières positions des premières branches fructifères jusqu'à la 15^{ième} par groupe de 5 branches fructifères successives. On a ensuite récolté le coton graine porté par les branches végétatives de tous les plants examinés et en dernier le coton graine restant sur les plants examinés.

1.4.4 analyse sanitaire en fin de campagne

Cette observation sur chaque parcelle a été réalisée sur les 10 cotonniers ayant servis aux dénombrements de chenilles carpophages et au suivi de la production de capsules en cours de campagne. On a examiné d'abord l'ensemble de la production de capsules des 10 plants et les capsules appartenant à chacune des catégories habituellement considérées ont été

dénombrées : capsules entièrement saines, capsules partiellement saines, capsules pourries et capsules momifiées. Ensuite on a examiné la production des premières positions des 15 premières branches fructifères (prises par groupe de 5 branches fructifères successives) des 10 plants et on y a dénombré les capsules de ces mêmes catégories.

2 Résultats

Les dynamiques des infestations de ravageurs sont présentées dans les figures 1 à 41 des annexes 1 à 8.

Analyses des effets des facteurs

Les infestations de jassides les plus fortes sont notées à Sotuba et les plus faibles à N'Tarla (Tableaux 4 et 5). Les semis précoces sont dans l'ensemble plus infestés que les semis tardifs, mais les infestations ont été faibles (<1 jasside par feuille). L'augmentation de la densité diminue significativement les infestations de jassides à N'Tarla avec un semis tardif mais les augmente à Finkolo avec un semis précoce. L'augmentation de la fertilisation les augmente significativement à Sotuba avec un semis précoce. Il n'y a pas d'effet de l'application d'un régulateur de croissance.

Tableau 4 : effets des modalités étudiées sur les infestations moyennes par observation de jassides par feuille

	Sotuba précoce	N'Tarla précoce	Finkolo précoce	Sotuba tardif	N'Tarla Tardif
D1	0,23	0,06	0,14 a	0,18	0,03 b
D2	0,18	0,04	0,16 a	0,15	0,01 a
D3	0,19	0,04	0,16 a	0,19	0,01 a
F densité	0,97	1,13	5,61	1,33	11,80
Signification en %	43,2	38,5	4,3	33,3	0,9
F1	0,21	0,05	0,15	0,15	0,02
F2	0,19	0,04	0,15	0,18	0,01
F3	0,21	0,05	0,16	0,20	0,01
F fertilisation	0,31	1,16	0,34	2,68	2,38
Signification en %	73,7	32,4	71,9	7,8	10,2
sans régulateur	0,20	0,05	0,16	0,18	0,02
avec régulateur	0,20	0,05	0,15	0,17	0,01
F régulateur	0,02	0,01	0,91	0,10	0,88
Signification en %	87,3	91,6	34,6	74,8	35,6

Tableau 5 : effets des modalités étudiées sur les taux moyens par observation de plants infestés par jassides

	Sotuba précoce	N'Tarla précoce	Finkolo Précoce	Sotuba tardif	N'Tarla Tardif
D1	13,8	4,7	10,1	12,0	1,7 a
D2	13,7	3,4	11,4	10,4	0,6 a
D3	13,1	3,4	11,9	11,4	0,7 a
F densité	0,19	1,55	2,86	0,93	5,60
Signification en %	83,3	28,6	13,4	44,7	4,3
F1	12,1 a	3,9	11,1	10,7	1,5
F2	13,6 ab	3,0	10,4	11,0	0,8
F3	14,8 b	4,5	11,9	12,1	0,7
F fertilisation	3,43	2,59	1,18	0,86	2,59
Signification en %	4,0	8,5	31,6	43,4	8,4
sans régulateur	13,2	3,5	11,7	11,7	1,1
avec régulateur	13,8	4,2	10,5	10,8	0,9
F régulateur	0,46	1,01	1,72	0,61	0,43
Signification en %	51,0	32,2	19,3	44,4	52,1

Les infestations d'aleurodes les plus fortes ont été enregistrées à Sotuba mais à l'inverse des jassides les semis tardifs sont les plus infestés (Tableaux 6 et 7). L'augmentation de la densité semblerait défavorable aux semis précoces (significatif à Sotuba) mais favorable aux semis tardifs (significatif à N'Tarla). L'augmentation de la fertilisation favoriserait les infestations d'aleurodes pour les semis précoces (significatif à N'Tarla et à Sotuba) mais serait sans effet pour les semis tardifs. L'application d'un régulateur de croissance du cotonnier est généralement sans effet sauf à Sotuba où elle augmente les infestations moyennes par feuille dans l'étude semée précocement.

Tableau 6 : effets des modalités étudiées sur les infestations moyennes par observation d'aleurodes par feuille

	Sotuba précoce	N'Tarla précoce	Finkolo précoce	Sotuba tardif	N'Tarla Tardif
D1	14,46	2,13	0,24	22,19	5,73
D2	16,12	2,28	0,21	24,44	4,28
D3	16,50	2,33	0,24	24,37	4,31
F densité	0,56	0,58	0,84	1,11	4,93
Signification en %	60,3	59,2	47,9	39,0	5,4
F1	14,76	1,84 a	0,23	23,58	5,28
F2	15,58	1,77 a	0,21	22,67	4,38
F3	16,75	3,13 b	0,24	24,75	4,67
F fertilisation	2,36	7,12	1,33	1,44	2,65
Signification en %	10,4	0,2	27,5	24,7	8,0
sans régulateur	14,86 a	2,48	0,22	23,66	4,56
avec régulateur	16,53 b	2,01	0,23	23,67	5,00
F régulateur	4,97	2,34	0,46	0,00	2,32
Signification en %	2,9	12,9	50,9	99,0	13,0
Transformation		log			

Tableau 7 : effets des modalités étudiées sur les taux moyens par observation de plants infestés par les aleurodes

	Sotuba précoce	N'Tarla Précoce	Finkolo précoce	Sotuba tardif	N'Tarla Tardif
D1	64,2 a	22,6	14,5	87,1	53,1 b
D2	66,3 ab	23,3	13,4	84,8	47,9 a
D3	68,9 b	25,0	15,2	87,6	45,8 a
F densité	5,51	0,71	1,49	3,00	5,47
signification en %	4,4	53,3	29,9	12,5	4,5
F1	63,6 a	19,1 a	14,6	85,1	49,5
F2	66,2 ab	22,4 b	13,3	86,8	48,6
F3	69,6 b	29,3 b	15,1	87,6	48,7
F fertilisation	6,05	15,99	1,75	2,55	0,22
Signification en %	0,5	0,0	18,4	8,8	80,9
sans régulateur	65,5	24,3	14,1	86,1	48,9
avec régulateur	67,4	23,0	14,6	86,9	48,9
F régulateur	1,61	0,58	0,23	0,07	0,00
Signification en %	20,8	45,7	63,9	79,3	99,0
Transformation	bliss	Bliss	bliss	bliss	Bliss

Les infestations de mirides, inexistantes à N'Tarla, ont été les plus fortes à Sotuba (tableaux 8 et 9). Une diminution significative des taux de plants ayant des dégâts de mirides à la suite d'une augmentation de la densité de plantation est apparue dans l'étude précoce de Sotuba. L'augmentation de la fertilisation aurait plutôt l'effet inverse mais cet effet n'est observé de manière significative qu'à Sotuba, quelle que soit la date de semis. Enfin, l'utilisation d'un régulateur de croissance du cotonnier favoriserait les mirides mais uniquement dans l'étude semée tardivement à Sotuba.

Tableau 8 : effets des modalités étudiées sur les taux moyens par observation de plants ayant des dégâts de mirides

	Sotuba Précoce	Finkolo précoce	Sotuba tardif
D1	71,6 b	5,7	64,8
D2	67,5 a	5,1	58,9
D3	68,3 a	5,4	62,0
F densité	6,62	0,96	2,82
signification en %	3,1	43,6	13,7
F1	66,3 a	4,8	58,7 a
F2	67,6 a	5,7	63,2 b
F3	73,6 b	5,7	63,8 b
F fertilisation	9,55	0,37	6,22
signification en %	0,0	69,9	0,4
sans régulateur	69,1	5,6	60,4 a
avec régulateur	69,2	5,2	63,4 b
F régulateur	0,00	0,06	5,59
signification en %	95,9	80,2	2,1
Transformation	Bliss	bliss	Bliss

Tableau 9 : effets des modalités étudiées sur le grade moyen par observation de dégât de mirides par feuille

	Sotuba précoce	Finkolo précoce	Sotuba tardif
D1	1,37	0,10	1,20
D2	1,28	0,09	1,10
D3	1,30	0,09	1,19
F densité	1,71	0,23	1,98
signification en %	25,9	80,5	21,9
F1	1,23 a	0,08	1,07 a
F2	1,31 a	0,10	1,20 b
F3	1,41 b	0,10	1,23 b
F fertilisation	6,58	0,45	7,84
signification en %	0,3	64,7	0,1
sans régulateur	1,32	0,10	1,12 a
avec régulateur	1,30	0,09	1,21 b
F régulateur	0,20	0,85	7,84
signification en %	66,2	36,5	0,7

Des dénombrements de feuilles terminales hébergeant des pucerons ont été réalisés à N'Tarla et à Finkolo alors qu'à Sotuba les populations de pucerons sur l'ensemble de ces cinq feuilles ont été relevées. Pour les semis précoces uniquement les infestations les plus fortes ont été enregistrées à Sotuba et les plus faibles à Finkolo. L'augmentation de la densité de plantation diminue en général les infestations de pucerons (Tableaux 10 et 11), mais cet effet est plus souvent observé à travers les taux de plants infestés (significatif à N'Tarla et Sotuba). L'augmentation de la fertilisation montre des effets différents en fonction de la date de semis des études (Tableau 10 et 11) : à Finkolo les infestations diminuent significativement avec l'augmentation de la fertilisation l'inverse étant noté à N'Tarla comme à Sotuba pour des semis tardifs. Un effet négatif de l'application d'un régulateur de croissance du cotonnier est noté dans les études avec des semis précoces de Sotuba et N'Tarla.

Tableau 10 : effets des modalités étudiées sur les taux moyens par observation de plants infestés par pucerons

	Sotuba précoce	N'Tarla précoce	Finkolo précoce	Sotuba tardif	N'Tarla tardif
D1	58,0	20,0 b	7,5	52,0 b	49,0 b
D2	57,8	16,7 a	5,8	44,4 a	50,6 b
D3	60,7	17,6 a	5,3	50,0 ab	46,1 a
F densité	2,32	8,21	2,85	5,34	7,80
Signification en %	17,9	2,0	13,4	4,7	2,2
F1	57,9	18,7	7,2 b	48,8	44,9 a
F2	58,8	16,5	6,7 b	46,7	48,8 ab
F3	59,9	19,1	4,6 a	50,8	52,0 b
F fertilisation	1,03	1,01	5,89	2,39	5,84
signification en %	36,7	37,5	0,5	10,1	0,6
sans régulateur	59,0	17,1	6,1	49,0	49,9
avec régulateur	58,7	19,1	6,3	48,5	47,3
F régulateur	0,08	1,90	0,03	0,11	2,46
Signification en %	77,6	17,1	85,7	74,2	12,0
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Tableau 11 : effets des modalités étudiées sur les infestations moyennes par observation de feuilles par pucerons

	Sotuba* précoce	N'Tarla** précoce	Finkolo** précoce	Sotuba* tardif	N'Tarla** tardif
D1	5,86	15,5 b	2,2	3,9	24,5
D2	5,41	13,1 a	1,7	3,6	27,0
D3	6,04	12,8 a	1,6	3,5	24,3
F densité	0,90	7,32	1,44	0,51	4,61
Signification en %	45,8	2,5	37,8	62,7	6,1
F1	5,74	14,1	2,2 b	3,4 a	22,5 a
F2	6,05	12,8	2,0 b	3,7 ab	25,7 b
F3	5,52	14,5	1,3 a	4,0 b	27,6 b
F fertilisation	0,80	0,79	3,68	3,63	7,33
Signification en %	46,0	46,4	3,2	3,4	0,2
Sans régulateur	5,13 a	12,6 a	1,7	3,7	25,6
Avec régulateur	6,42 b	15,0 b	1,9	3,7	24,9
F régulateur	14,36	5,13	0,00	0,09	0,55
Signification en %	0,1	2,7	94,4	76,9	46,9
Transformation		bliss	bliss		bliss

* nombre moyen de pucerons sur les 5 feuilles terminales par observation

** % moyen de feuilles infestées par observation

Les infestations de chenilles carpophages ont été extrêmement faibles au sein de la plupart des études à l'exception de celle semée tardivement à N'Tarla (Tableau 12). A l'exception de Finkolo, l'espèce dominante a partout été *H. armigera*. Aucun effet des facteurs étudiés n'est apparu significatif (Tableau 12). Les faibles niveaux d'infestations en sont probablement responsables.

Tableau 12 : effets des modalités étudiées sur les infestations de chenilles carpophages

	Sotuba précoce	N'Tarla précoce	Finkolo précoce	Sotuba tardif	N'Tarla tardif
D1	0,00	0,46	0,25	0,13	3,83
D2	0,13	0,42	0,08	0,13	2,17
D3	0,17	0,08	0,08	0,50	1,54
F densité					3,48
Signification en %					9,9
F1	0,13	0,17	0,21	0,04	1,79
F2	0,04	0,29	0,13	0,50	2,21
F3	0,13	0,50	0,08	0,21	3,54
F fertilisation					1,54
Signification en %					22,5
sans régulateur	0,08	0,33	0,11	0,36	2,36
avec régulateur	0,11	0,31	0,17	0,14	2,67
F régulateur					0,13
signification en %					72,2
transformation	NA	NA	NA	NA	log

A l'exception des résultats de l'étude semée tardivement à N'Tarla, les taux de capsules entièrement saines sont élevés (Tableau 13) sans grande différence entre les localités. Dans les études semées précocement les meilleurs taux de capsules entièrement saines sont enregistrés sur les premières positions de branches fructifères 6 à 10 alors que dans les études semées tardivement ils apparaissent sur les premières positions des branches fructifères 1 à 5 (Tableau 13).

Tableau 13 : taux moyen de capsules entièrement saines par étude

Position	Branche		Sotuba	N'Tarla	Finkolo	Sotuba	N'Tarla
			précoce	précoce	Précoce	Tardif	Tardif
Toutes	Toutes		84,5	85,6	91,4	83,6	57,0
Première	fructifère	1 à 5	85,2	85,6	82,4	90,2	57,4
Première	fructifère	6 à 10	87,2	88,9	93,0	74,4	48,8
Première	fructifère	11 à 15	74,0	52,1	91,4	45,6	11,1

L'augmentation de la densité de plantation provoque une diminution significative des taux de capsules entièrement saines dans l'étude semée précocement à Sotuba (Tableau 14). L'augmentation de la fertilisation a les mêmes effets à Sotuba, quelle que soit la date de semis (Tableau 14). Aucun effet de l'utilisation d'un régulateur de croissance du cotonnier n'est apparu significatif (Tableau 14).

Tableau 14 : effets des modalités étudiées sur les taux de capsules entièrement saines à la récolte

	Sotuba	N'Tarla	Finkolo	Sotuba	N'Tarla
	précoce	précoce	précoce	Tardif	tardif
D1	89,2 a	84,2	92,0	86,4	48,9
D2	84,6 ab	85,7	90,8	80,9	67,6
D3	79,8 b	86,8	91,2	83,6	54,4
F densité	5,87	0,98	0,18	3,87	2,78
signification en %	3,9	43,0	83,8	8,3	13,9
F1	91,2 a	84,4	91,1	84,6 a	57,0
F2	83,5 b	86,1	92,1	85,2 a	62,6
F3	78,9 b	86,2	90,9	81,1 b	51,3
F fertilisation	14,81	0,02	0,47	3,66	1,37
signification en %	0,0	98,4	63,2	3,3	26,5
sans régulateur	86,3	86,3	91,2	83,2	61,1
avec régulateur	82,8	84,9	91,5	84,1	52,9
F régulateur	1,79	0,73	0,02	0,50	3,32
signification en %	18,4	40,2	87,3	48,9	7,2
Transformation	bliss	bliss	bliss	Bliss	bliss

Seuls les dénombrements de capsules par plant ont fait l'objet d'analyses statistiques. Aucun effet significatif de l'utilisation d'un régulateur de croissance du cotonnier n'est observé quelle que soit la date de l'observation. Par contre les effets négatifs de l'augmentation de la densité de plantation et positifs de l'augmentation de la fertilisation le sont très fréquemment (Tableaux 15 à 17).

Tableau 15 : nombres de capsules par plant au 73^{ième} JAL

	Sotuba Précoce	N'Tarla précoce	Finkolo précoce	Sotuba tardif	N'Tarla tardif
D1	6,6 a	5,4	7,9 a	9,9 a	0,5
D2	4,3 b	4,2	4,6 b	4,4 b	0,9
D3	3,6 c	3,1	3,5 b	4,4 b	0,7
F densité	132,75	4,77	21,91	20,98	2,81
signification en %	0,0	5,7	0,2	0,2	13,7
F1	3,8 c	3,6 b	5,1	4,9 b	0,4 b
F2	5,0 b	4,3 ab	5,4	6,8 a	0,9 a
F3	5,7 a	4,8 a	5,4	7,0 a	0,7 ab
F fertilisation	23,88	4,38	0,52	11,12	4,29
signification en %	0,0	1,8	60,2	0,0	1,9
Sans régulateur	4,7	4,0	5,1	6,2	0,6
Avec régulateur	5,0	4,5	5,6	6,2	0,7
F régulateur	1,83	2,49	2,37	0,00	0,67
signification en %	18,0	11,7	12,7	95,3	42,3

Tableau 16 : nombres de capsules par plant au 87^{ième} JAL

	Sotuba précoce	N'Tarla précoce	Finkolo précoce	Sotuba tardif	N'Tarla tardif
D1	7,9 a	8,7 a	9,5 a	8,1 a	2,6
D2	5,2 b	5,8 b	6,6 b	4,4 b	3,0
D3	4,8 b	4,1 c	5,1 b	4,1 b	2,0
F densité	38,03	25,78	10,82	10,10	4,30
signification en %	0,1	0,1	1,1	1,3	6,9
F1	4,9 b	4,9 b	6,1 b	4,3 b	1,5 b
F2	6,3 a	6,3 a	7,0 a	5,8 a	2,9 a
F3	6,7 a	7,4 a	8,0 a	6,5 a	3,3 a
F fertilisation	18,42	8,67	3,32	21,35	17,56
signification en %	0,0	0,1	4,4	0,0	0,0
Sans régulateur	5,9	6,1	6,9	5,4	2,5
Avec régulateur	6,0	6,3	7,3	5,6	2,7
F régulateur	0,18	0,07	0,39	0,38	0,60
signification en %	67,3	78,3	54,1	54,8	45,0

Tableau 17 : nombres de capsules par plant au 101^{ième} JAL

	Sotuba précoce	N'Tarla précoce	Finkolo précoce	Sotuba tardif	N'Tarla tardif
D1	8,0 a	9,7 a	11,0 a	9,5 a	1,7
D2	5,2 b	5,6 b	7,1 b	4,7 b	1,9
D3	4,3 bb	4,1 c	6,0 b	4,6 b	1,5
F densité	24,40	89,35	12,75	12,07	0,92
signification en %	0,2	0,0	0,7	0,8	45,2
F1	4,9 b	5,5 c	6,9 b	5,0 b	1,2 b
F2	6,2 a	6,3 b	8,4 a	6,7 a	2,1 a
F3	6,4 a	7,5 a	8,8 a	7,1 a	1,8 a
F fertilisation	9,45	14,76	3,67	13,19	8,43
signification en %	0,0	0,0	3,2	0,0	0,1
Sans régulateur	5,8	6,4	7,9	6,2	1,6
Avec régulateur	5,8	6,5	8,2	6,4	1,7
F régulateur	0,01	0,09	0,20	0,43	0,44
signification en %	92,1	76,0	66,2	52,3	51,8

Pour l'ensemble des essais avec un semis précoce on observe pour chaque densité de plantation une augmentation significative de la charge en capsules par plant entre le 73^{ième} et le 87^{ième} JAL. Par contre entre le 87^{ième} et le 101^{ième} JAL cette augmentation n'est significative que pour la plus faible densité de plantation (Tableau 18). Pour les semis tardifs (Tableau 19), entre le 73^{ième} et le 87^{ième} JAL l'augmentation de la charge en capsules par plant n'est significative que pour les deux plus fortes densités de plantation et entre 87^{ième} et le 101^{ième} JAL on ne note pas d'augmentation significative pour la densité de 8,3 plants par m² et une faible diminution de la charge en capsules par plant pour les deux autres densités (significative pour la densité de 16,7 plants / m²).

Tableau 18 : évolution de charges en capsules par plant en fonction des densités de plantation avec des semis précoces

	densité en plants / m ²					
	8,3		16,7		25,0	
au 73 ^{ième} JAL	6,6 b		4,3 b		3,4 b	
au 87 ^{ième} JAL	8,7 a	8,7 b	5,9 a	5,9	4,7 a	4,7
au 101 ^{ième} JAL	9,6 a		6,0		4,8	
F date de l'observation	38,58	9,16	38,07	0,13	49,42	0,66
signification en %	0,0	0,3	0,0	72,3	0,0	42,5

Tableau 19 : évolution de charges en capsules par plant en fonction des densités de plantation avec des semis tardifs

	densité en plants / m ²					
	8,3		16,7		25,0	
au 73 ^{ième} JAL	5,2		2,6 b		2,5 b	
au 87 ^{ième} JAL	5,4	5,4	3,7 a	3,7 a	3,1 a	3,1
au 101 ^{ième} JAL	5,6		3,3 b		3,0	
F date de l'observation	0,18	0,59	22,06	6,10	8,97	0,07
Signification en %	67,8	45,0	0,0	1,6	0,4	78,4

Que l'on considère le nombre de capsules ou le poids du coton graine récolté, les répartitions de la production à l'échelle du plant semblent très comparables quelle que soit l'étude (Tableau 20). Les analyses statistiques ont donc porté sur la répartition de la production en poids. D'une manière générale, la part jouée dans la production par les capsules présentes sur les premières positions des branches fructifères 11 à 15 est souvent la plus faible : de 4,7 à 20,6 % suivant les études (Tableau 20). Celle jouée par les premières positions des branches fructifères 1 à 10 est à l'inverse la plus importante : elle varie de 57,4 à 97,0 % en fonction des études (Tableau 20). Les parts jouées par les autres positions fructifères des plants sont très variables suivant les études.

Tableau 20 : répartition moyenne de la production à l'échelle du plant (en %) au niveau de chaque étude selon que l'on considère les poids de coton graine ou les nombres de capsules.

branches	N°	positions	production	Finkolo précoce	N'Tarla précoce	Sotuba précoce	N'Tarla tardif	Sotuba tardif
fructifères	1 à 5	premières	Nb capsules	27,7	43,9	20,5	74,9	42,0
	6 à 10	premières	Nb capsules	28,9	20,2	34,0	19,7	20,9
	11 à 15	premières	Nb capsules	8,5	7,7	10,8	8,5	22,4
	toutes	autres	Nb capsules	20,6	17,5	14,8	25,2	6,1
Végétatives			Nb capsules	14,5	18,2	27,3	13,3	22,2
fructifères	1 à 5	premières	Poids coton	29,0	43,3	21,3	78,2	45,9
	6 à 10	premières	Poids coton	30,6	22,0	36,1	18,8	20,0
	11 à 15	premières	Poids coton	7,5	6,7	10,6	4,7	20,6
	autres	autres	Poids coton	18,5	17,3	13,6	21,4	5,4
Végétatives			Poids coton	14,4	17,7	25,5	12,1	20,5

D'une manière générale lorsque la densité de plantation augmente, la part jouée dans la production par les premières positions des branches fructifères 1 à 10 augmente (Tableaux 21 et 22). Avec des semis précoces cela s'observe souvent avec les premières positions des cinq premières branches fructifères (significatif à N'Tarla) et avec les premières positions des cinq branches fructifères suivantes (significatif à Sotuba) alors qu'avec des semis tardifs cela ne concerne que les premières positions des 5 premières branches fructifères (significatif à Sotuba). A l'inverse l'augmentation de la densité de plantation s'accompagne toujours d'une part significativement plus faible jouée par les positions fructifères des branches végétatives (Tableau 23) à l'exception toutefois de l'étude conduite à N'Tarla avec un semis tardif du fait du faible rôle jouée par ces positions dans la production totale (moins de 5,0 %).

Tableau 21 : part de production (en %) issue des premières positions des branches fructifères 1 à 5

	Sotuba précoce	N'Tarla précoce	Finkolo précoce	Sotuba tardif	N'Tarla tardif
D1	21,5	39,8 c	24,2	38,3 b	75,9
D2	19,9	50,0 b	38,7	59,4 a	84,0
D3	17,0	64,4 a	37,5	68,5 a	91,8
F densité	1,14	20,66	1,50	10,19	1,36
signification en %	38,1	0,2	29,6	1,2	32,6
F1	38,5 a	69,6 a	46,3 a	68,8 a	91,6
F2	14,1 b	51,1 b	28,9 b	52,5 b	85,3
F3	9,6 b	33,5 c	25,4 b	44,7 b	74,8
F fertilisation	44,27	62,16	15,03	16,42	1,44
signification en %	0,0	0,0	0,0	0,0	24,6
Sans régulateur	18,2	46,5 b	30,7	53,7	80,8
Avec régulateur	20,7	56,4 a	35,9	57,3	87,8
F régulateur	0,93	13,58	2,51	1,05	1,29
signification en %	34,2	0,1	11,6	31,2	26,2
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Tableau 22 : part de production (en %) issue des premières positions des branches fructifères 6 à 10

	Sotuba précoce	N'Tarla précoce	Finkolo précoce	Sotuba tardif	N'Tarla tardif
D1	29,2 c	16,5	26,9	16,2	3,4
D2	41,9 b	17,7	35,7	21,2	5,5
D3	48,2 a	19,5	38,7	17,8	1,8
F densité	67,32	0,44	4,38	1,23	2,13
signification en %	0,0	66,7	6,7	35,8	19,9
F1	35,0 b	8,9 c	31,2	12,4 b	1,5
F2	42,0 a	19,1 b	34,4	19,4 a	3,6
F3	41,9 a	27,7 a	35,4	24,1 a	5,8
F fertilisation	4,60	44,66	1,37	12,32	3,03
signification en %	1,5	0,0	26,3	0,0	5,7
sans régulateur	41,1	21,2 a	37,4 a	21,3 a	5,5 a
avec régulateur	38,1	14,8 b	30,0 b	15,6 b	1,8 b
F régulateur	1,79	14,22	12,02	8,35	4,45
signification en %	18,4	0,1	0,1	0,6	3,8
Transformation	bliss	bliss	bliss	Bliss	bliss

Tableau 23 : effets des modalités étudiées sur la part (en %) de production attribuable aux positions des branches végétatives

	Sotuba précoce	N'Tarla précoce	Finkolo précoce	Sotuba Tardif	N'Tarla tardif
D1	26,4 a	19,0 a	19,0 a	21,2 a	1,1
D2	19,0 b	10,1 a	2,1 b	8,6 b	0,6
D3	12,7 c	3,5 b	0,6 b	8,2 b	0,3
F densité	16,59	11,88	24,94	6,17	0,47
signification en %	0,4	0,9	0,2	3,5	65,0
F1	11,6 b	9,2	5,6	7,2 b	0,2
F2	21,4 a	9,6	5,8	12,8 a	0,6
F3	25,2 a	11,2	3,8	17,4 a	1,4
F fertilisation	13,51	0,29	0,83	9,23	1,45
signification en %	0,0	75,5	44,4	0,1	24,4
sans régulateur	18,6	10,1	3,5 b	10,7	0,5
avec régulateur	19,5	9,9	6,8 a	13,6	0,8
F régulateur	0,14	0,01	5,43	2,05	0,42
signification en %	70,8	91,3	2,3	15,6	52,9
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

L'augmentation de la fertilisation, diminue souvent significativement (Sotuba pour les deux dates de semis, N'Tarla et Finkolo pour un semis précoce) la part jouée dans la production par les premières positions des cinq premières branches fructifères. A l'inverse, elle augmente souvent significativement la part jouée dans la production par les premières positions des branches fructifères 6 à 10 (significatif à Sotuba pour les deux dates de semis et à N'Tarla pour un semis précoce) et à un moindre degré celle jouée par les positions fructifères des branches végétatives (significatif à Sotuba pour les deux dates de semis).

Enfin l'emploi d'un régulateur de croissance du cotonnier, à l'exception de l'étude semée précocement à Sotuba, diminue significativement la part jouée dans la production par les premières positions des branches fructifères 6 à 10. Une tendance, significative uniquement à N'Tarla avec un semis précoce, à augmenter la part jouée dans la production par les premières positions des cinq premières branches fructifères est notée en faveur de l'utilisation d'un régulateur de croissance du cotonnier. Par contre, même si une

augmentation significative est notée en sa faveur à Finkolo avec un semis précoce, l'utilisation de ce régulateur est globalement sans effet sur la part jouée dans la production par les positions fructifères des branches végétatives.

Au niveau du poids moyen capsulaire, les effets significatifs les plus souvent observés sont dans l'ordre ceux de l'augmentation de la fertilisation et ceux de l'utilisation d'un régulateur de croissance qui agissent positivement. Pour l'augmentation de la densité de plantation aucun effet significatif n'a été observé. On note par ailleurs que les poids moyens capsulaires sont plus élevés dans les études semées précocement (Tableau 24).

Tableau 24 : effets des modalités étudiées sur le poids moyen capsulaire (en g)

	Sotuba précoce	N'Tarla précoce	Finkolo Précoce	Sotuba tardif	N'Tarla tardif
D1	4,7	3,7	4,1	4,0	1,7
D2	4,6	3,7	4,0	3,7	1,7
D3	4,3	3,7	3,7	3,9	1,6
F densité	4,02	0,29	4,19	1,76	0,72
signification en %	7,8	75,7	7,3	25,1	52,7
F1	4,5	3,3 b	3,8	3,6 b	1,5 b
F2	4,6	3,9 a	4,0	4,0 a	1,9 a
F3	4,5	3,9 a	4,0	4,0 a	1,6 a
F fertilisation	0,54	9,54	1,11	5,79	6,65
Signification en %	59,3	0,0	34,1	0,6	0,3
Sans régulateur	4,4	3,5 b	3,8 b	3,8 b	1,8
Avec régulateur	4,6	3,8 a	4,1 a	4,0 a	1,6
F régulateur	3,30	5,34	5,79	4,45	2,28
Signification en %	7,2	2,4	1,9	3,8	13,4

Analyses des interactions significatives entre les facteurs

Vis-à-vis des infestations de ravageurs, quelques interactions significatives entre les facteurs étudiés, avec la possibilité de les interpréter par les tests de Newman Keuls à 5 %, sont apparues. Elles concernent uniquement l'utilisation du régulateur de croissance dont les effets sont modulés en fonction des niveaux des deux autres facteurs. Ainsi à N'tarla avec un semis tardif, les infestations de jassides ne sont significativement réduites avec l'emploi de ce régulateur qu'uniquement pour le plus faible niveau de fertilisation (Tableau 25).

Tableau 25 : interaction entre fertilisation et emploi d'un régulateur de croissance sur les infestations de jassides (nombre moyen par feuille et taux moyen de plants infestés à N'Tarla pour un semis tardif

	nombre par feuille N'Tarla tardif	% de plants infestés N'Tarla Tardif
F1 sans régulateur	0.04 b	2.5 b
F1 avec régulateur	0.01 a	0.4 a
F2 sans régulateur	0.01 a	0.4 a
F2 avec régulateur	0.02 a	1.3 a
F3 sans régulateur	0.01 a	0.4 a
F3 avec régulateur	0.01 a	1.0 a
F interaction	4,91	8,39
signification en %	1,1	0,1
transformation		Bliss

Vis-à-vis des mirides un effet inverse est observé à Sotuba avec des semis précoces car le taux de plants présentant des dégâts n'est significativement réduit à la suite d'une application de régulateur de croissance qu'avec le plus fort niveau de fertilisation (Tableau 26).

Tableau 26 : interaction entre fertilisation et application d'un régulateur de croissance du cotonnier sur les taux de plants ayant des dégâts de mirides

		Sotuba précoce	
F1	sans régulateur	66,2	a
F1	avec régulateur	66,4	a
F2	sans régulateur	64,8	a
F2	avec régulateur	70,4	a
F3	sans régulateur	76,4	b
F3	avec régulateur	70,7	a
F interaction		5,28	
Signification en %		0,9	

Enfin, à N'Tarla avec un semis tardif, l'utilisation d'un régulateur de croissance du cotonnier diminue significativement les infestations de pucerons qu'avec la plus forte densité de plantation (Tableau 27)

Tableau 27 : interaction entre densité de plantation et utilisation d'un régulateur de croissance du cotonnier sur les taux de plants infestés par pucerons

		N'Tarla tardif		
		%	par densité	global
D1	sans régulateur	47,0	a	b
D1	avec régulateur	51,1	a	ab
D2	sans régulateur	53,0	a	b
D2	avec régulateur	48,3	a	ab
D3	sans régulateur	49,8	b	b
D3	avec régulateur	42,4	a	a
F interaction			4,11	
Signification en %			2,3	

3 Conclusions et discussion

Dans l'ensemble de ces études, l'augmentation de la densité de plantation avec des semis tardifs réduit les infestations de la plupart des ravageurs piqueurs suceurs par plant. Avec des semis précoce, cette tendance est conservée pour les pucerons et les mirides, mais l'inverse est observé en ce qui concerne les jassides et les aleurodes. A l'exception des pucerons dans le cadre de semis précoces, l'augmentation de la fertilisation favoriserait souvent le développement des infestations de la plupart des ravageurs piqueurs suceurs par plant quelles que soient les conditions de semis. Enfin, l'emploi d'un régulateur du cotonnier a souvent entraîné des augmentations d'infestations d'aleurodes, de mirides et de pucerons.

Pour les effets de l'augmentation de la densité de plantation sur les infestations de certains ravageurs, l'analyse de leurs niveaux par plant est certainement insuffisante pour traduire leur incidence sur la culture. Pour les ravageurs carphages il faudrait pondérer ces infestations par les productions d'organes fructifères par unité de surface en fonction des densités de plantation à chaque date d'observation et pour les jassides (peut être même les aleurodes) par des surfaces foliaires qui peuvent également être influencées par les densités

de plantation. Toutefois ces éléments n'ont pas fait l'objet d'observations particulières cette année.

Dans les taux de capsules saines à la récolte, l'augmentation de la fertilisation serait défavorable. L'augmentation de la densité de plantation aurait le même effet avec des semis précoces. Ces résultats pourraient provenir de mauvaises conditions de maturation des capsules à l'intérieur de la canopée créées par des augmentations soit de la densité de plantation soit de la fertilisation car aucun effet des modalités étudiées n'a été observé dans le contrôle des infestations de chenilles carpophages.

Dans l'évolution de la charge capsulaire par plant on ne note en général pas d'évolution significative entre le 87^{ième} et le 101^{ième} jour après la levée exception faite de la moyenne des objets ayant eu la densité de plantation de 8,3 plants par m². En conséquence pour les deux plus fortes densités de plantation, quels que soient les niveaux des autres facteurs, la protection de la culture au delà du 87^{ième} jour après la levée, par la réalisation d'applications phytosanitaires, ne semble pas en moyenne nécessaire.

En liaison avec les performances économiques (prise en compte du coût de certains facteurs et de leurs effets sur la production), les résultats à propos de la répartition de la production à l'échelle des plants pourraient être utilisés pour, en fonction de périodes de stress, abiotiques ou biotiques, que pourrait rencontrer une culture, proposer des itinéraires techniques économiquement adaptés concernant les facteurs étudiés : densité de plantation, fertilisation minérale et emploi d'un régulateur de croissance du cotonnier.

annexe 1 : dynamique des infestations de jassides

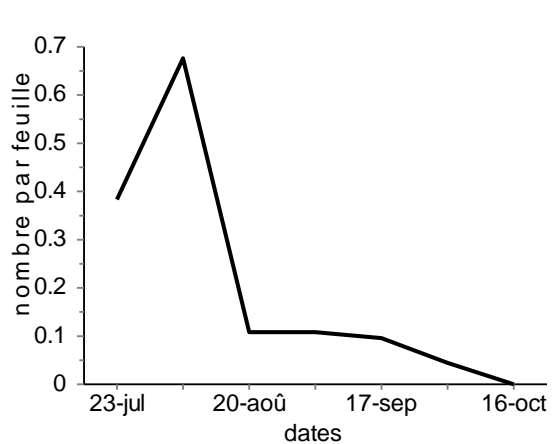


Figure 1 : Sotuba précoce

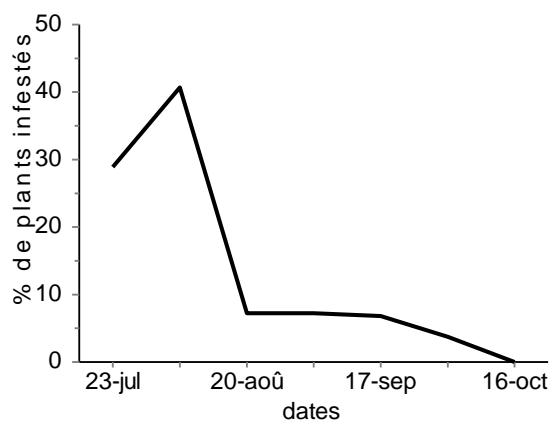


Figure 2 : Sotuba précoce

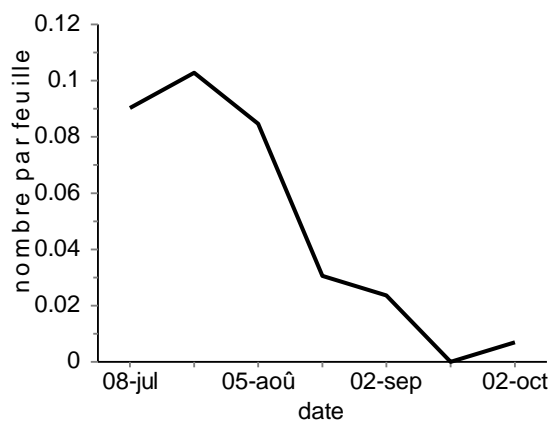


Figure 3 : N'Tarla précoce

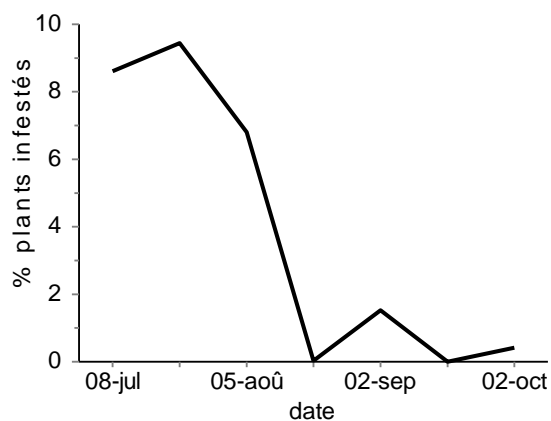


Figure 4 : N'Tarla précoce

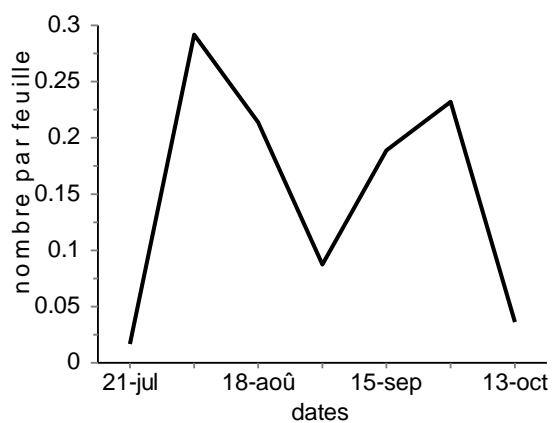


Figure 5 : Finkolo précoce

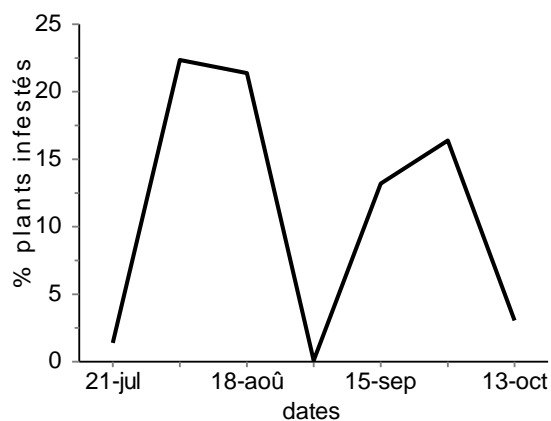


Figure 6 : Finkolo précoce

annexe 2 : dynamique des infestations de jassides

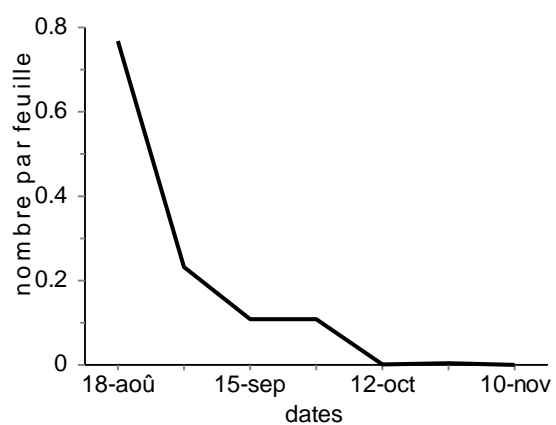


Figure 7 : Sotuba tardif

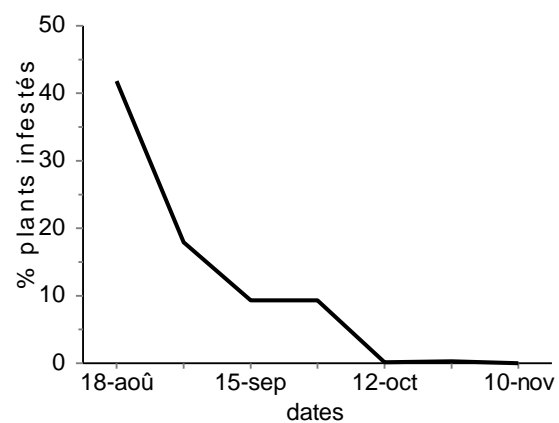


Figure 8 : Sotuba tardif

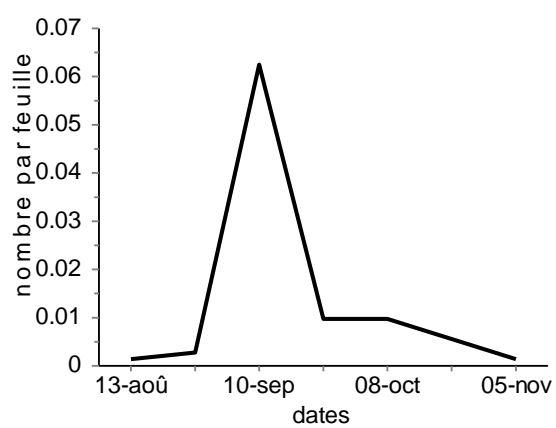


Figure 9 : N'Tarla tardif

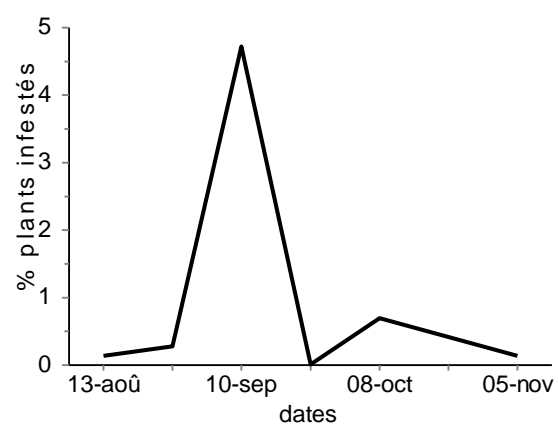


Figure 10 : N'Tarla tardif

annexe 3 : dynamique des infestations d'aleurodes

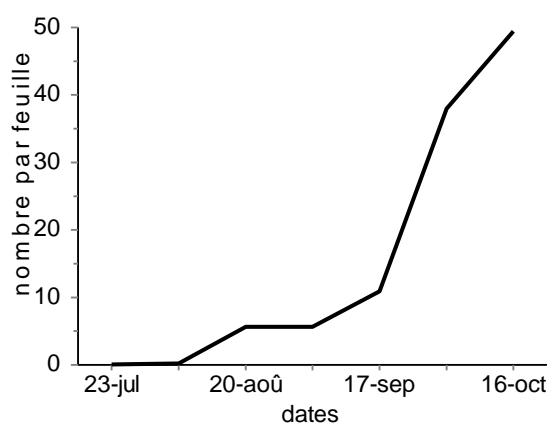


Figure 11 : Sotuba précoce

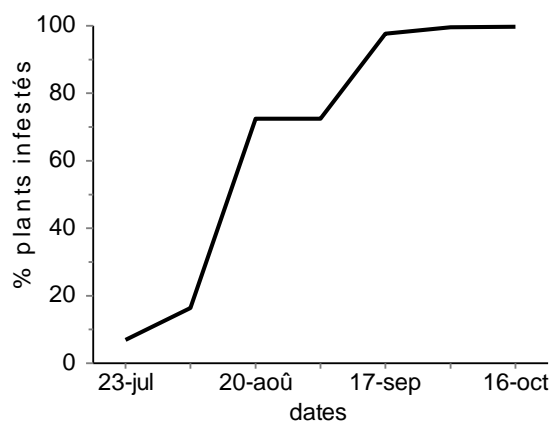


Figure 12 : Sotuba précoce

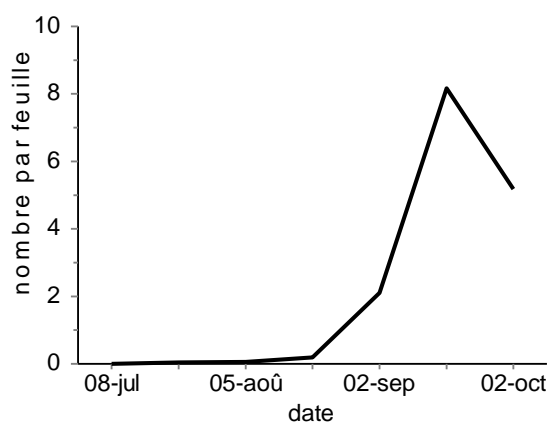


Figure 13 : N'Tarla précoce

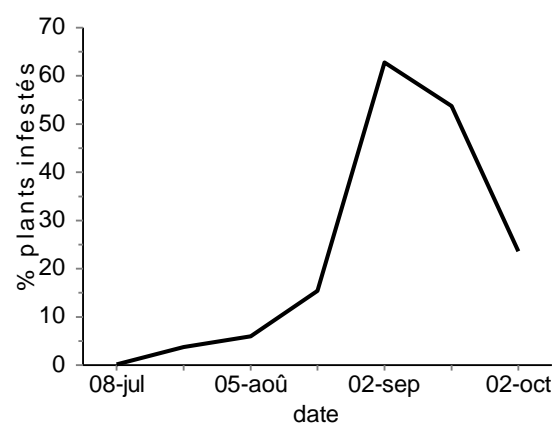


Figure 14 : N'Tarla précoce

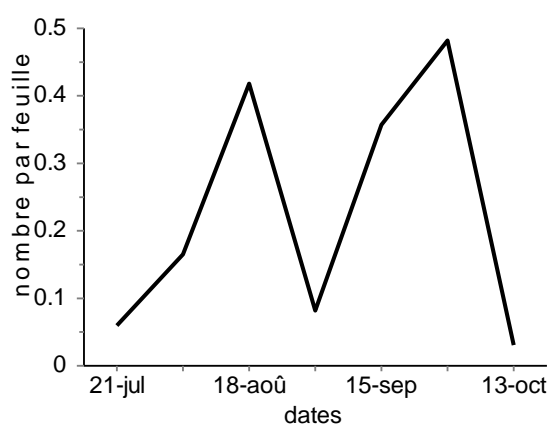


Figure 15 : Finkolo précoce

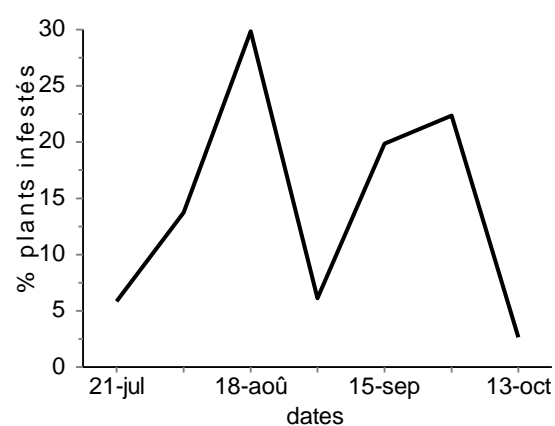


Figure 16 : Finkolo précoce

annexe 4 : dynamique des infestations d'aleurodes

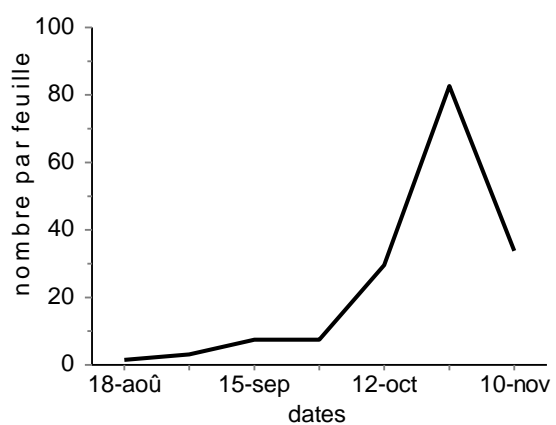


Figure 17 : Sotuba tardif

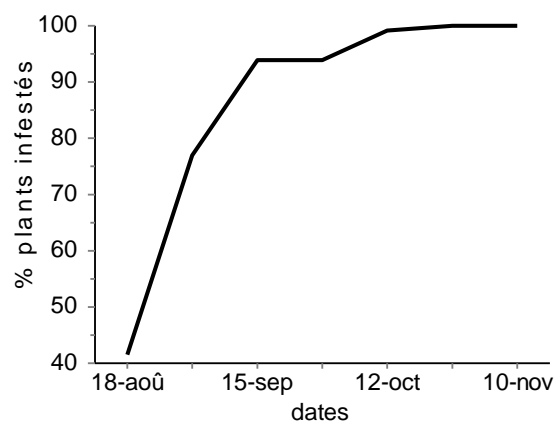


Figure 18 : Sotuba tardif

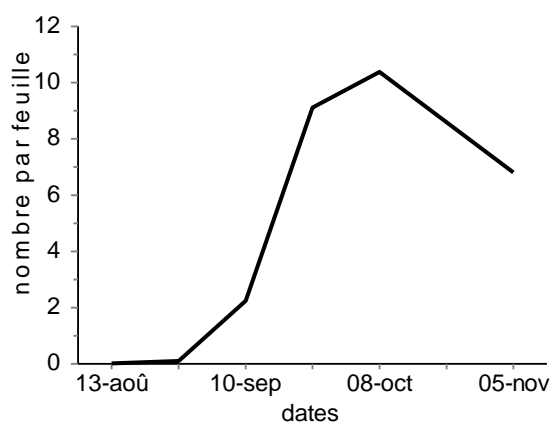


Figure 19 : N'Tarla tardif

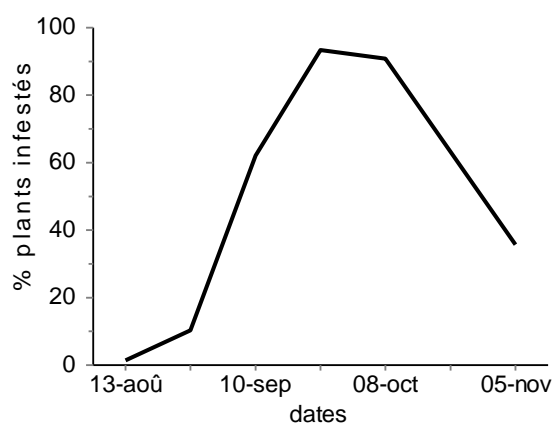


Figure 20 : N'Tarla tardif

annexe 5 : dynamique des infestations de mirides

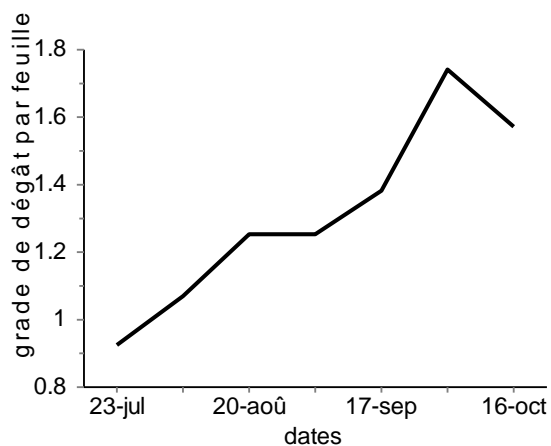


Figure 21 : Sotuba précoce

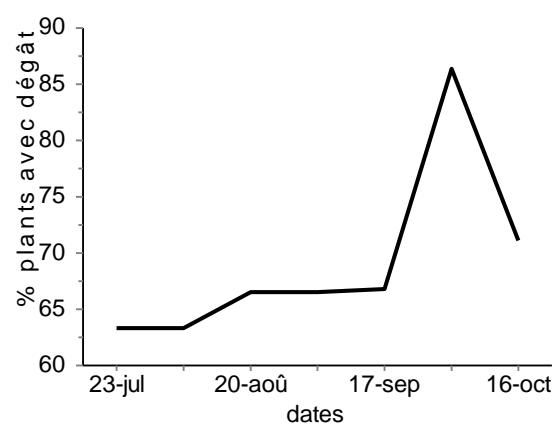


Figure 22 : Sotuba précoce

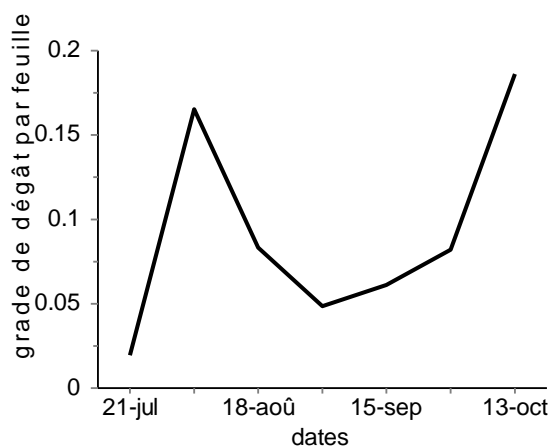


Figure 23 : Finkolo précoce

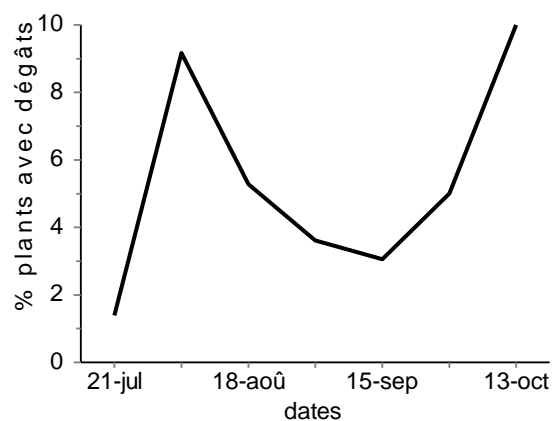


Figure 24 : Finkolo précoce

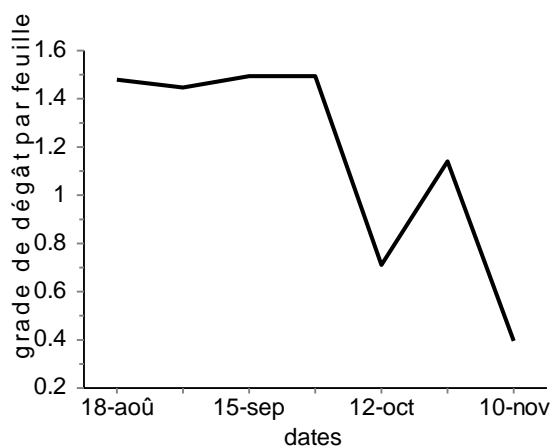


Figure 25 : Sotuba tardif

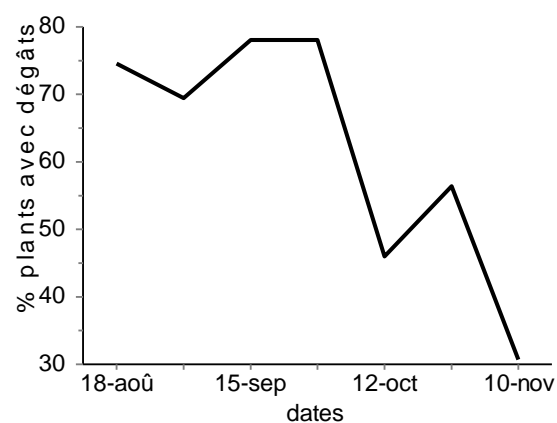


Figure 26 : Sotuba tardif

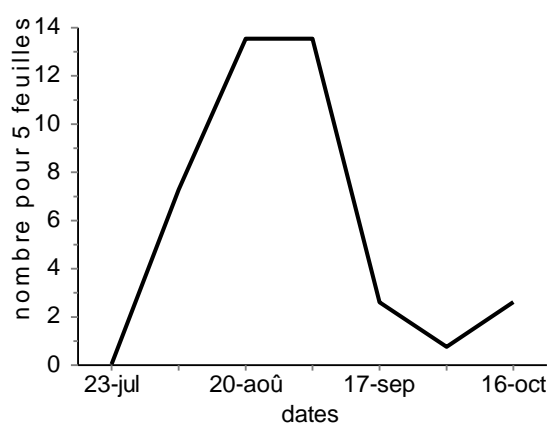


Figure 27 : Sotuba précoce

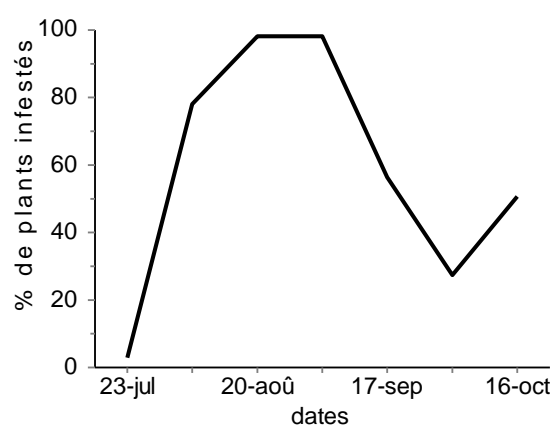


Figure 28 : Sotuba précoce

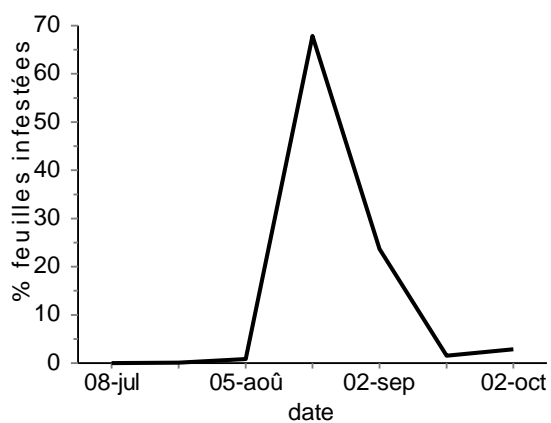


Figure 29 : N'Tarla précoce

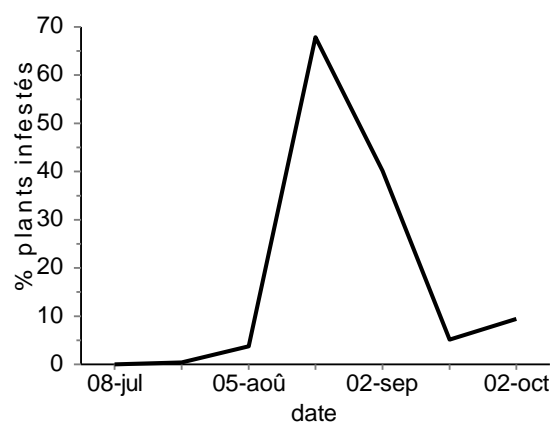


Figure 30 : N'Tarla précoce

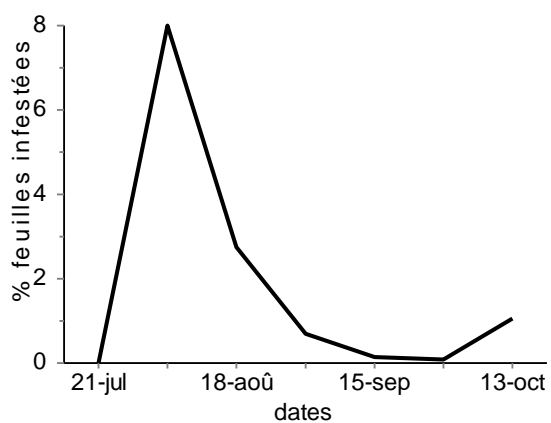


Figure 31 : Finkolo précoce

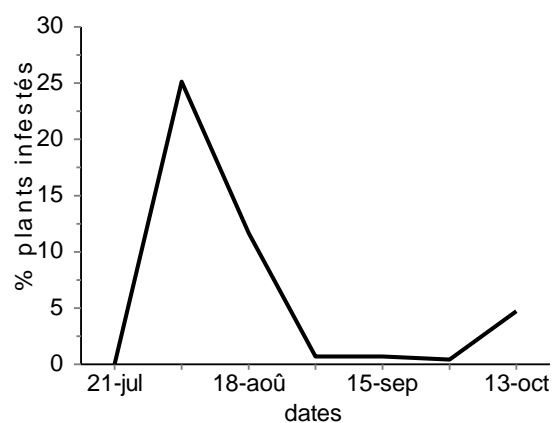


Figure 32 : Finkolo précoce

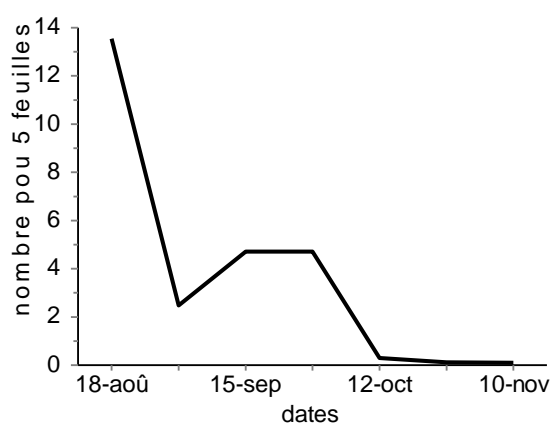


Figure 33 : Sotuba tardif

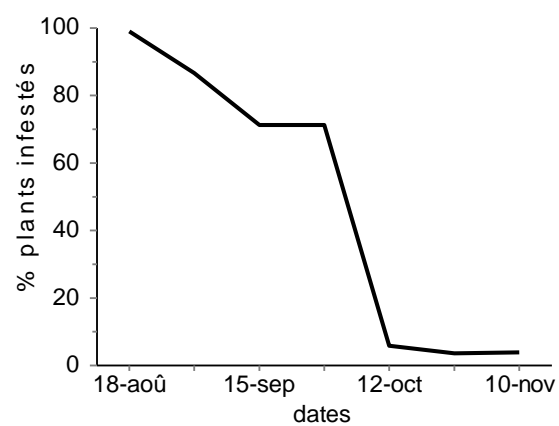


Figure 34 : Sotuba tardif

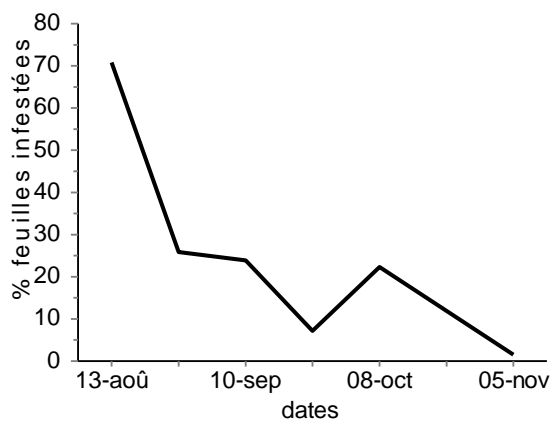


Figure 35 : N'Tarla tardif

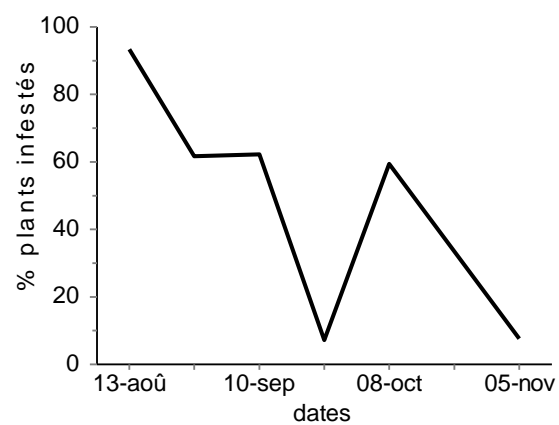
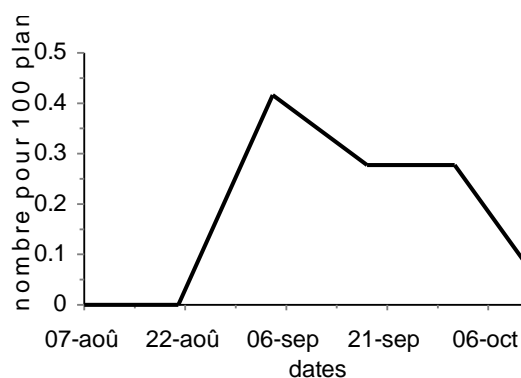


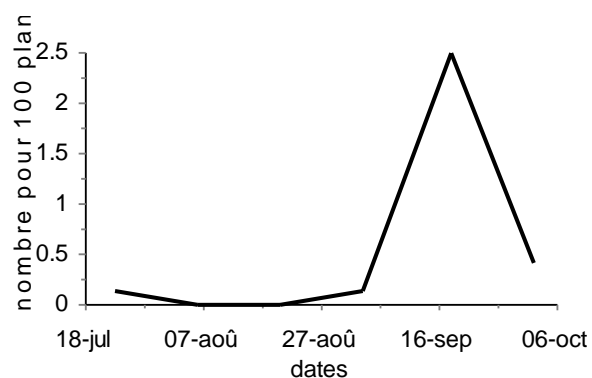
Figure 36 : N'Tarla tardif

annexe 8 : dynamiques des infestations de chenilles carpophages par étude



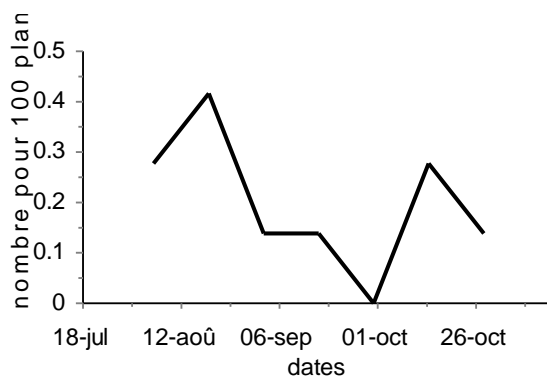
— cumul chenilles carpophages

Figure 37 : Sotuba précoce



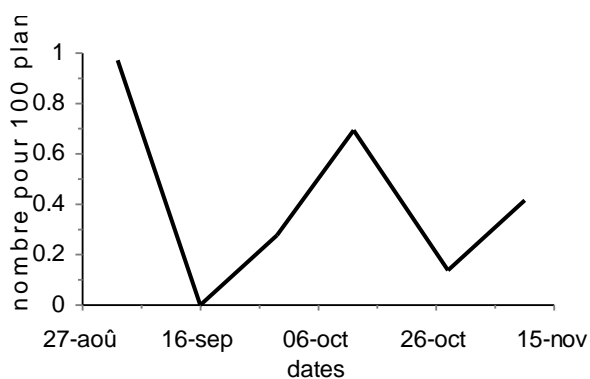
— cumul chenilles carpophages

Figure 38 : N'Tarla précoce



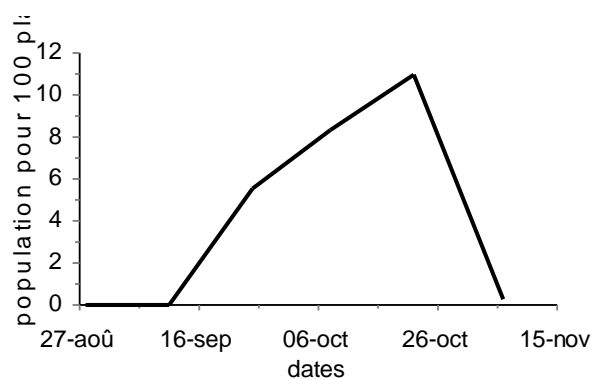
— cumul chenilles carpophages

Figure 39 : Finkolo précoce



— cumul chenilles carpophages

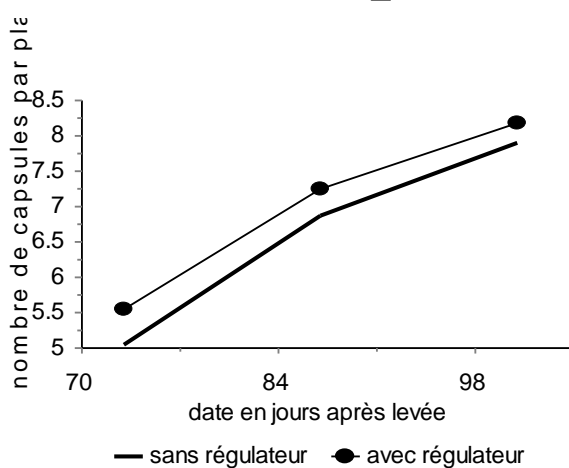
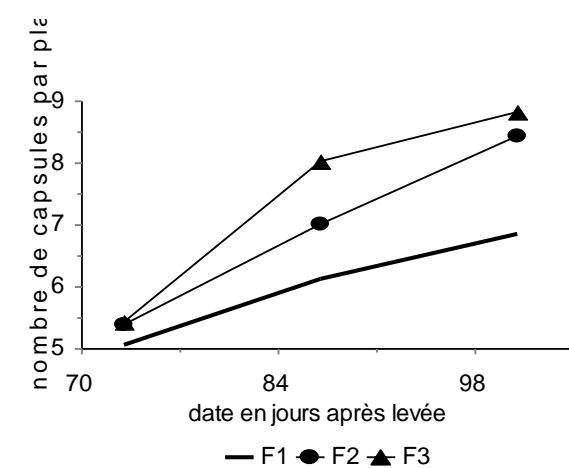
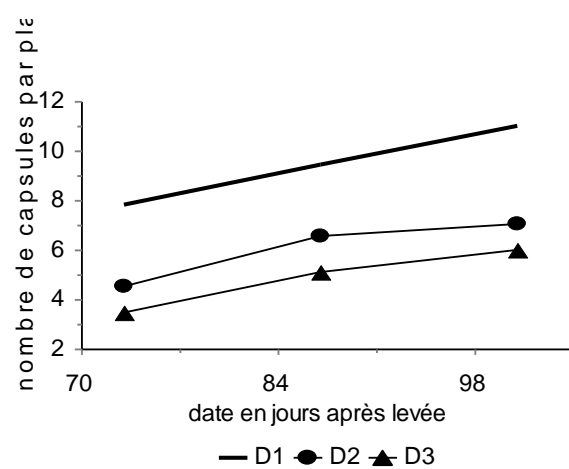
Figure 40 : Sotuba tardif



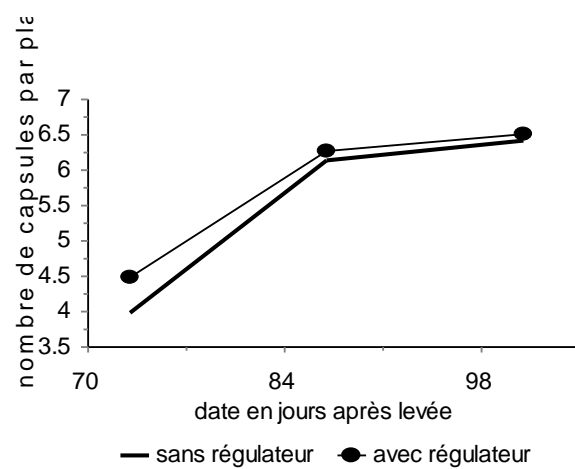
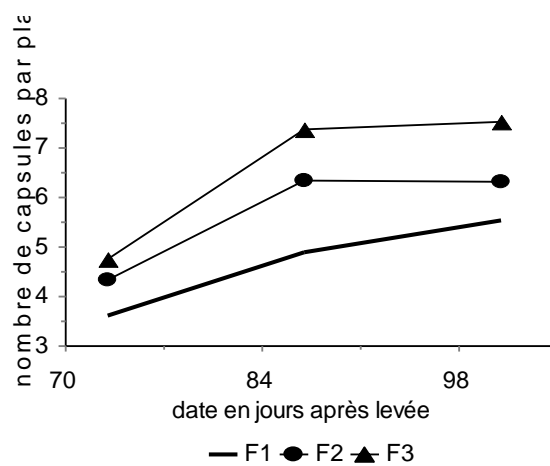
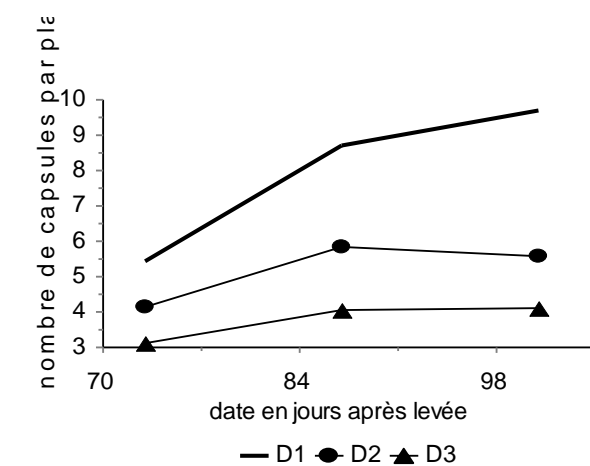
— cumul chenilles carpophages

Figure 41 : N'Tarla tardif

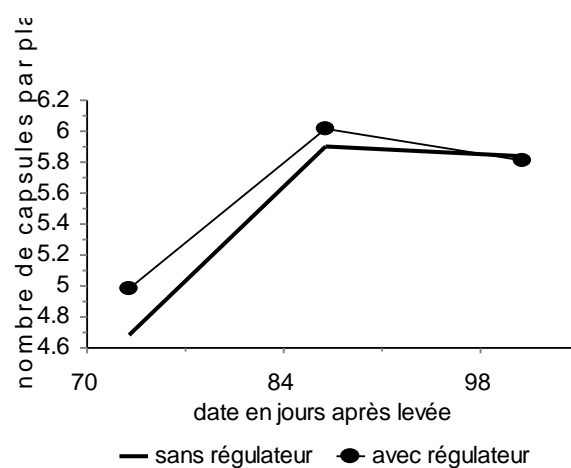
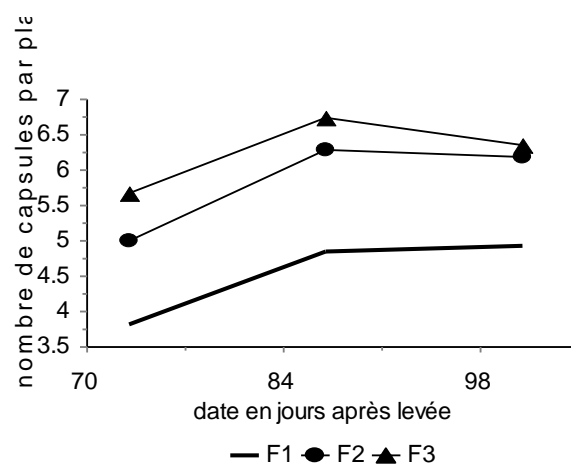
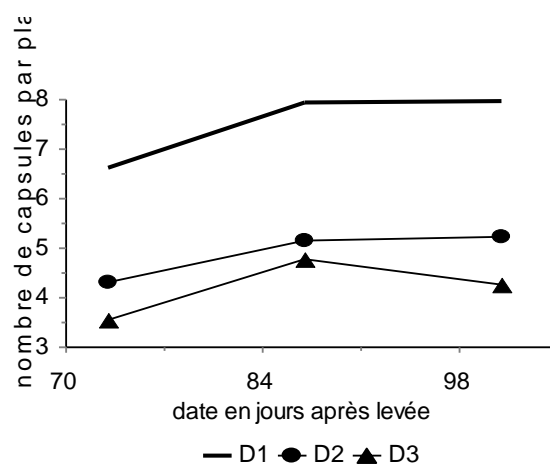
annexe 9 : étude de Finkolo (semis précoce)
ensemble du plant



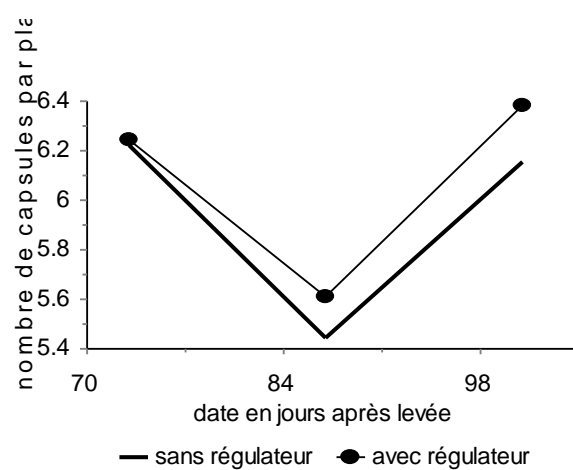
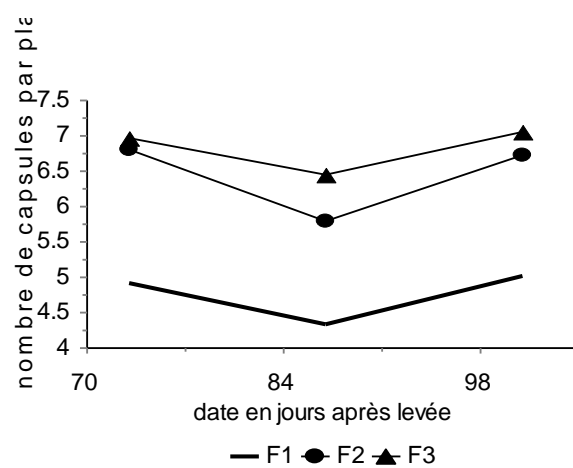
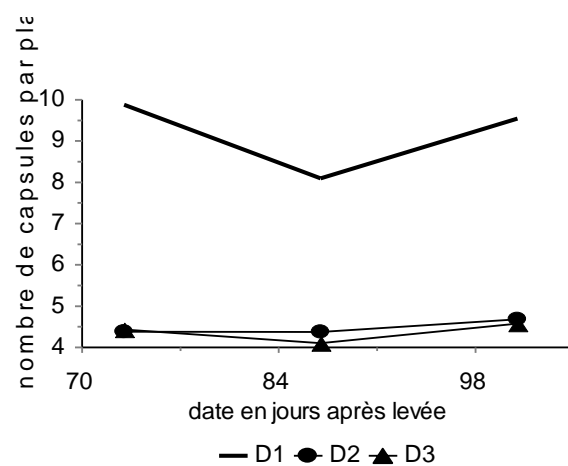
annexe 10 : étude de N'Tarla (semis précoce)
ensemble du plant



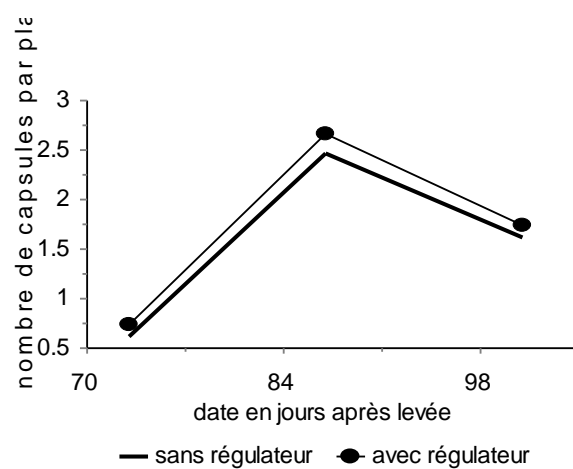
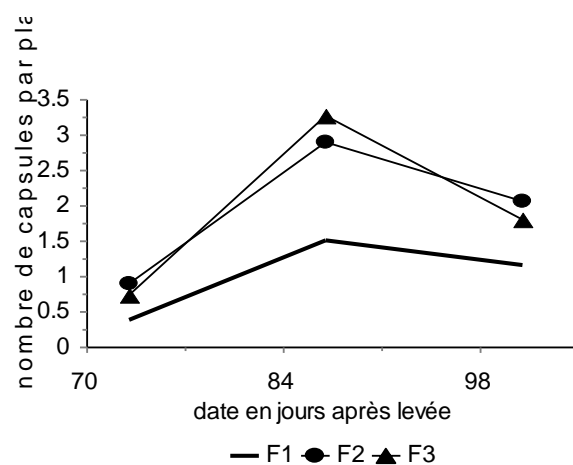
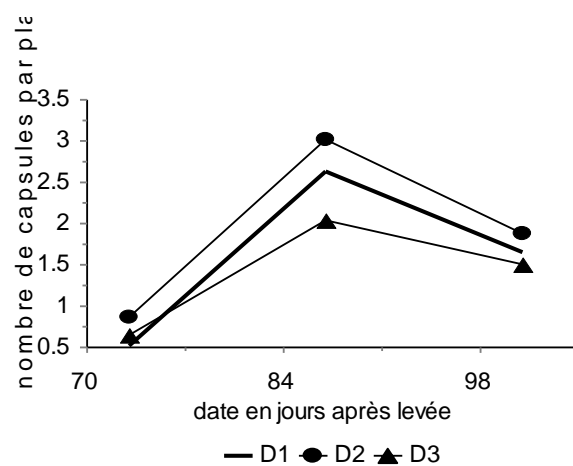
annexe 11 : étude de Sotuba (semis précoce)
ensemble du plant



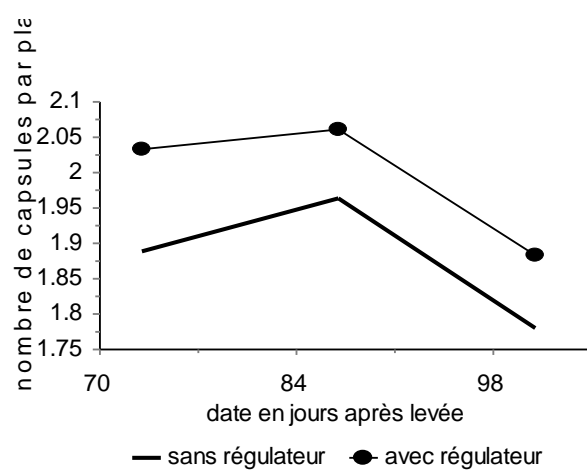
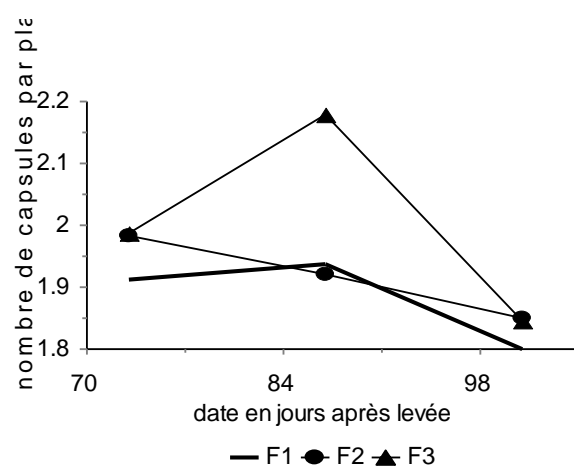
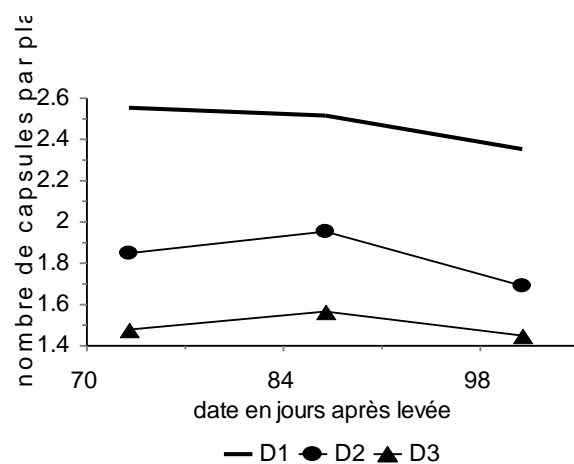
annexe 12 : étude de Sotuba (semis tardif)
ensemble du plant



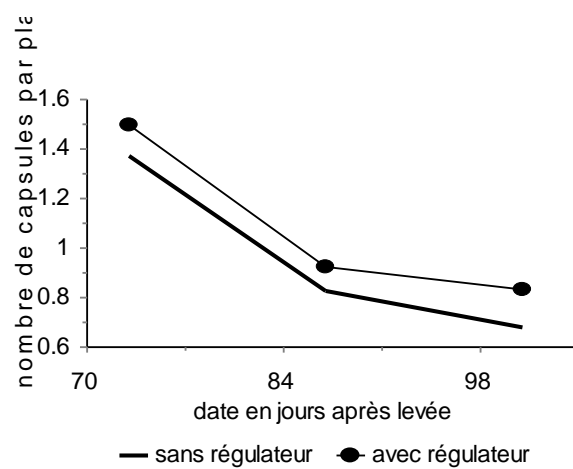
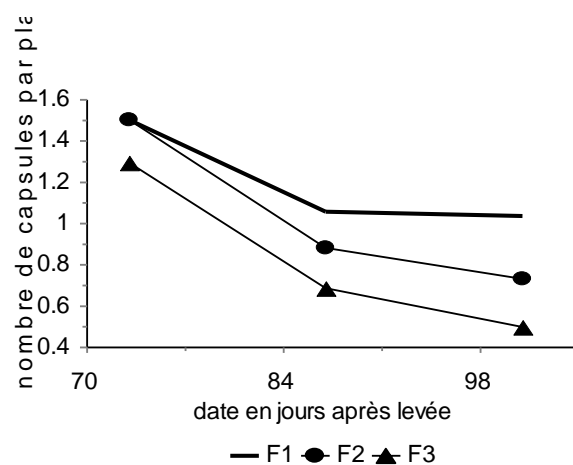
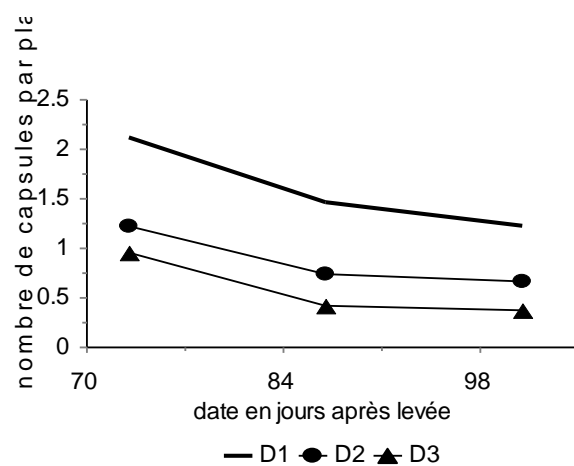
annexe 13 : étude de N'Tarla (semis tardif)
ensemble du plant



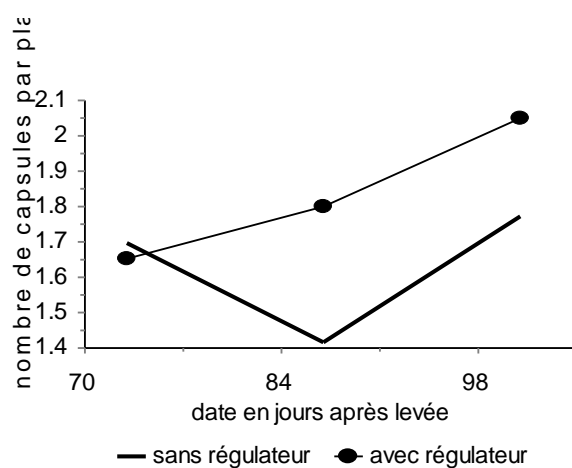
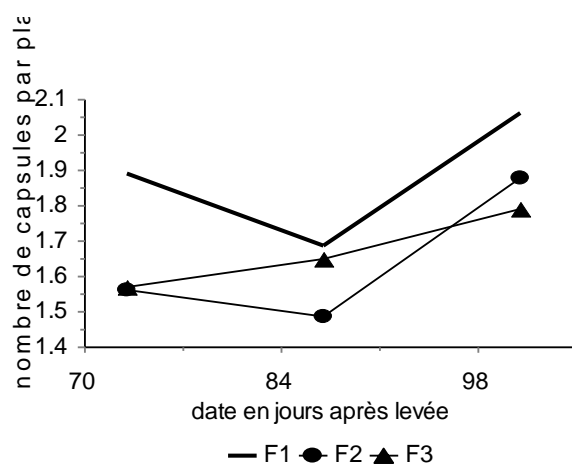
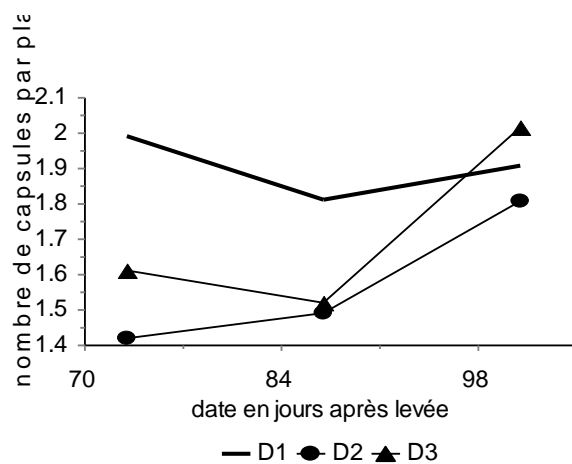
annexe 14 : étude de Finkolo (semis précoce)
premières positions de branches fructifères 1 à 5



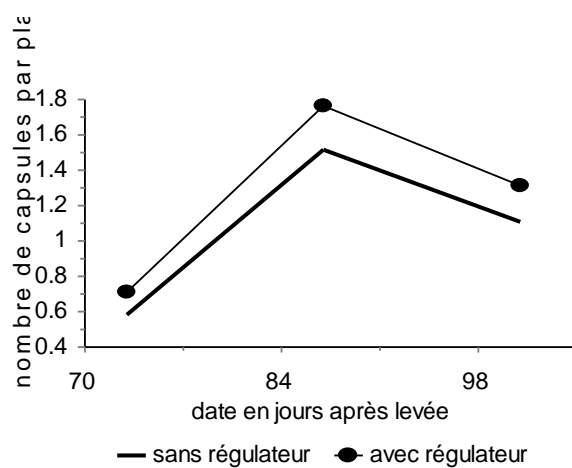
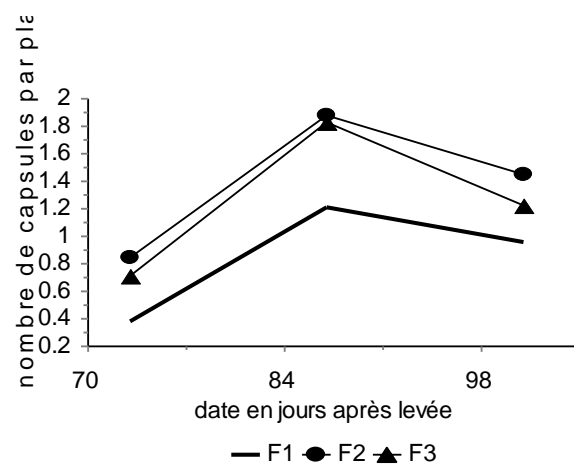
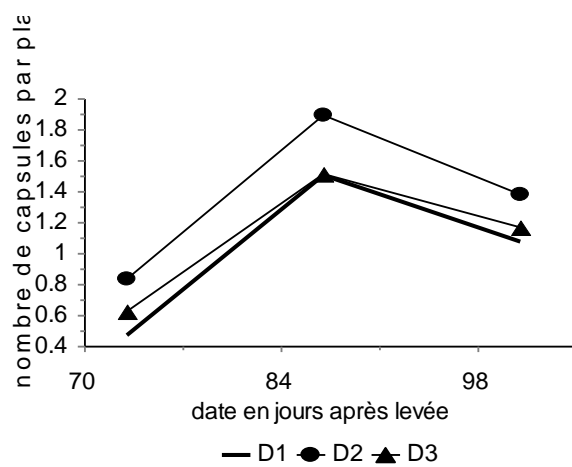
annexe 15 : étude de Sotuba (semis précoce)
premières positions de branches fructifères 1 à 5



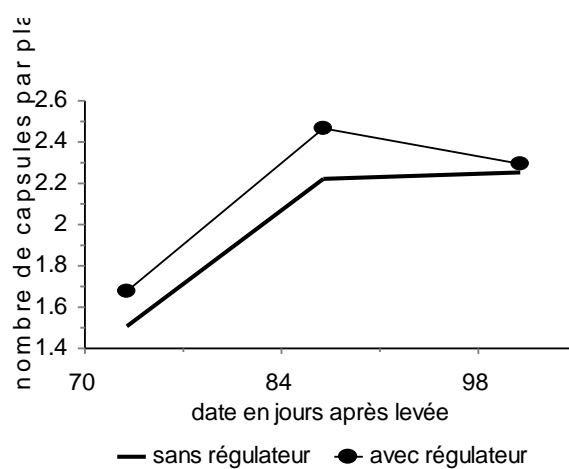
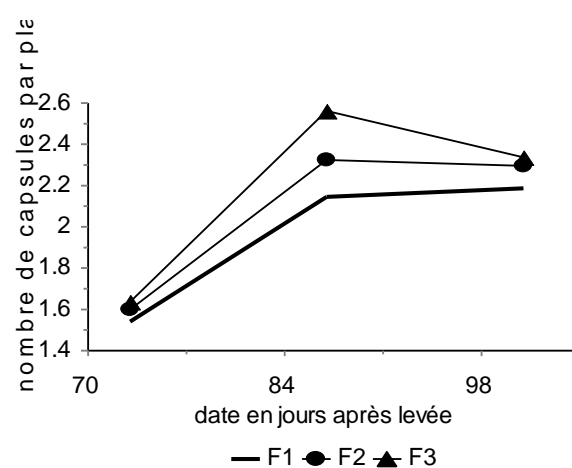
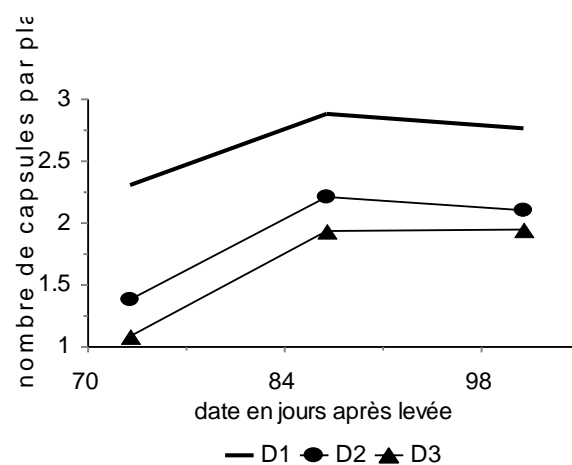
annexe 16 : étude de Sotuba (semis tardif)
premières positions de branches fructifères 1 à 5



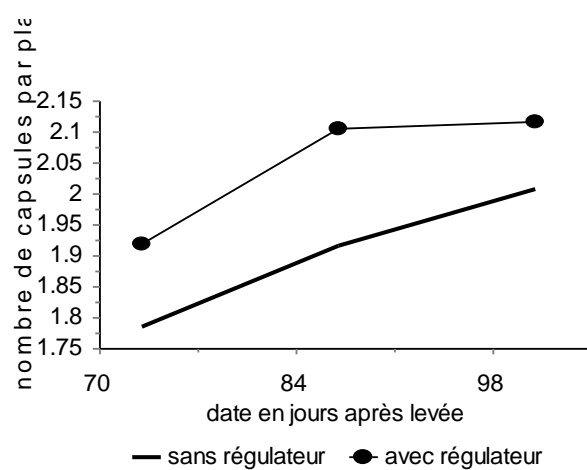
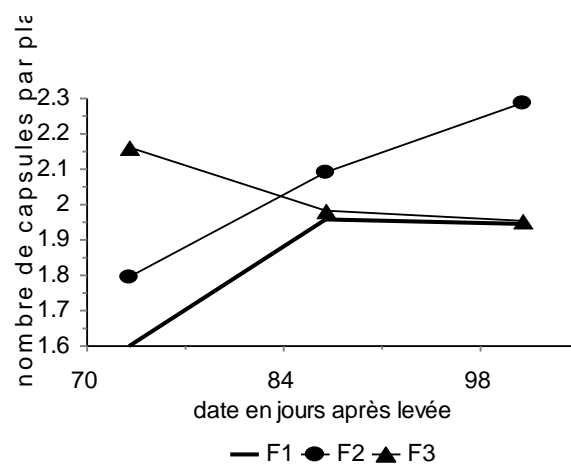
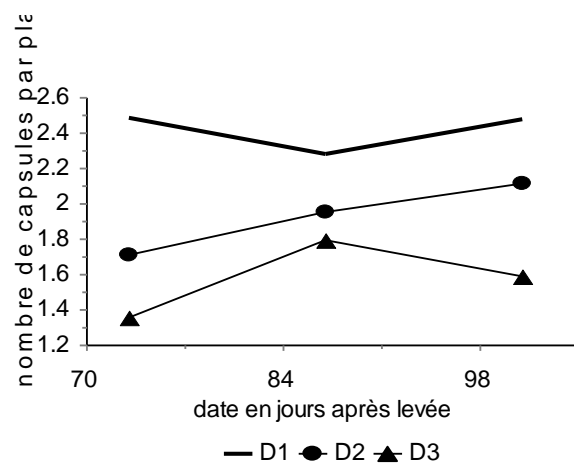
annexe 17 : étude de N'Tarla (semis tardif)
premières positions de branches fructifères 1 à 5



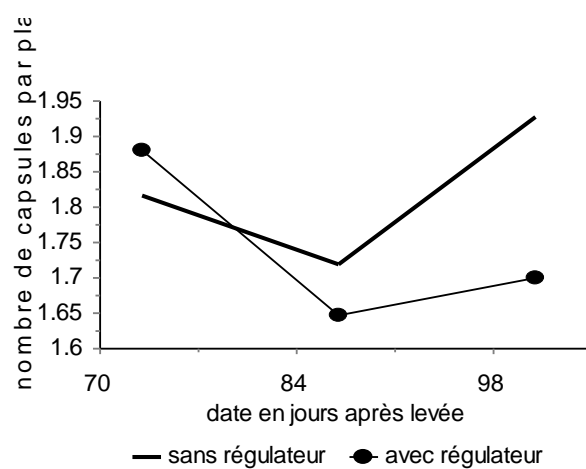
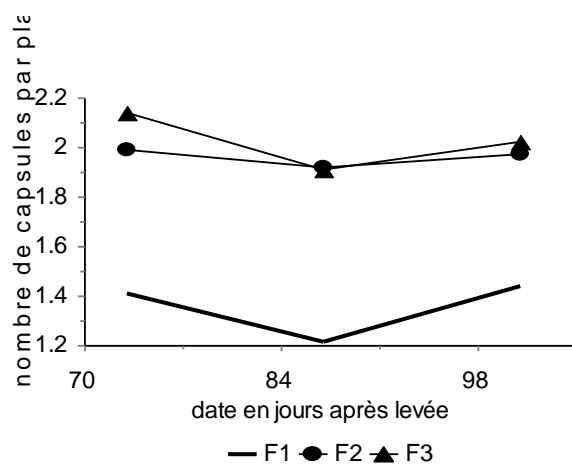
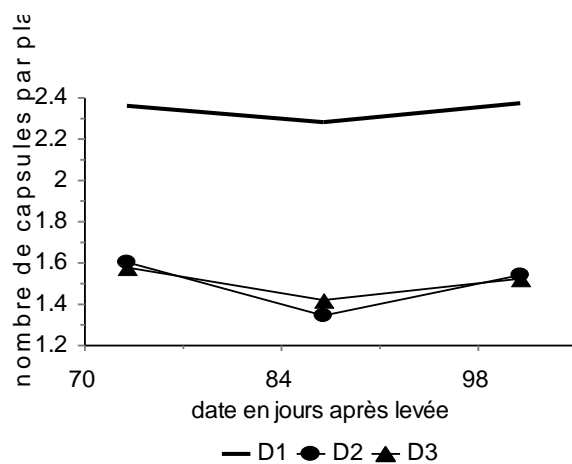
annexe 18 : étude de Finkolo (semis précoce)
premières positions des branches fructifères 6 à 10



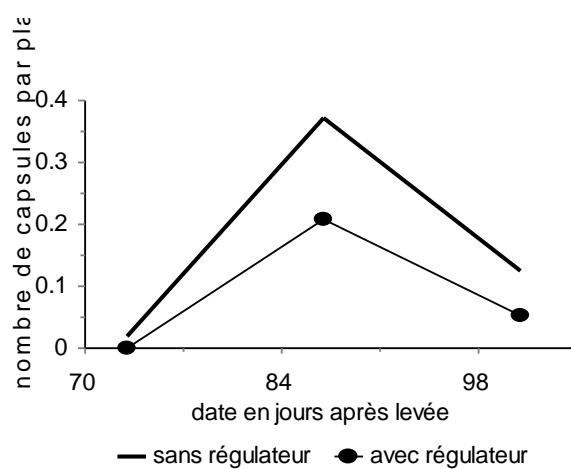
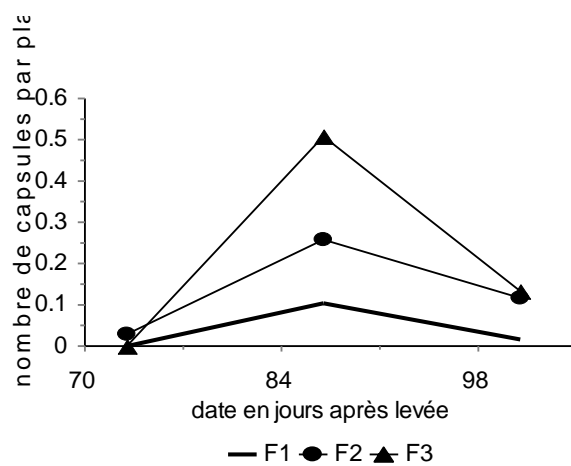
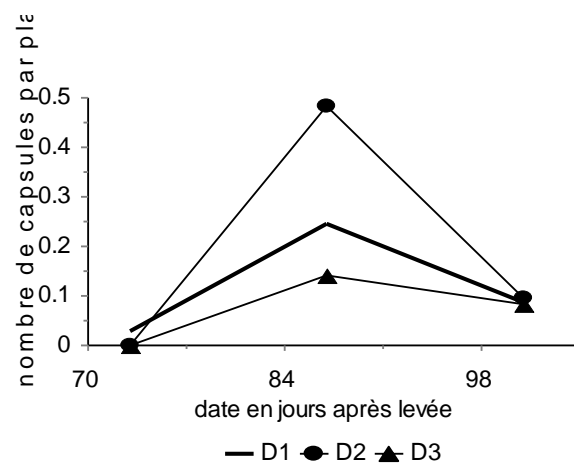
annexe 19 : étude de Sotuba (semis précoce)
premières positions des branches fructifères 6 à 10



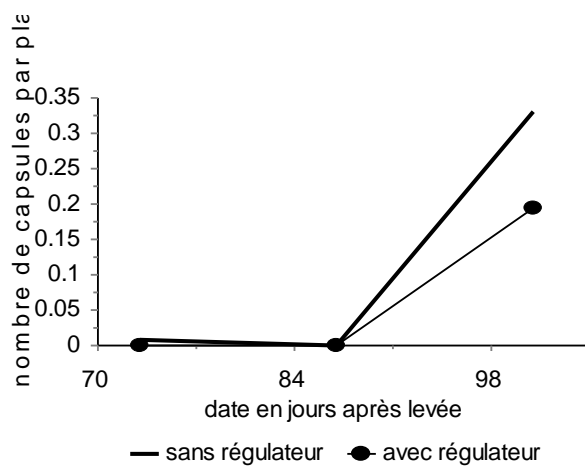
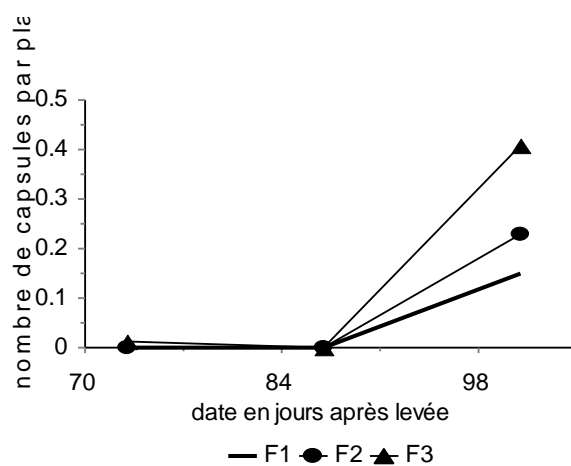
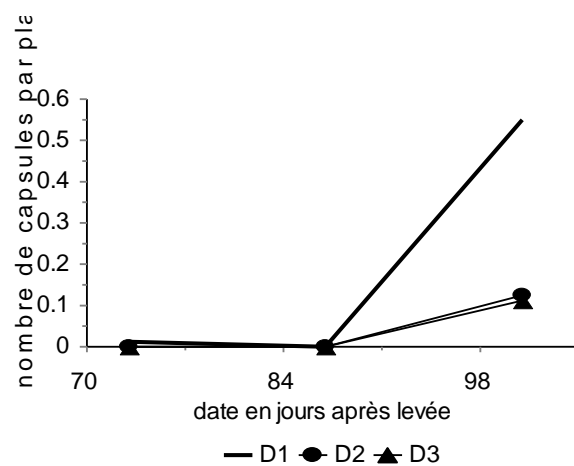
annexe 20 : étude de Sotuba (semis tardif)
 premières positions des branches fructifères 6 à 10



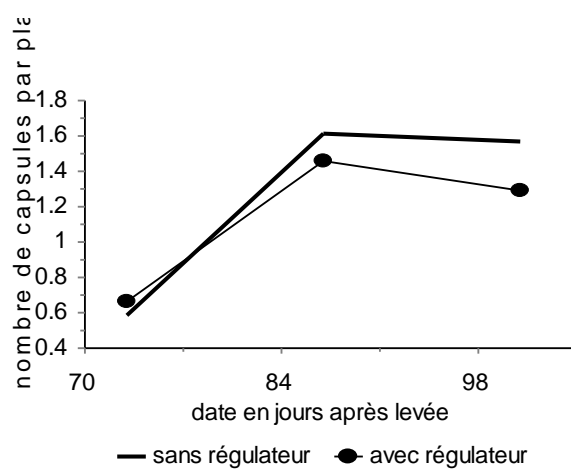
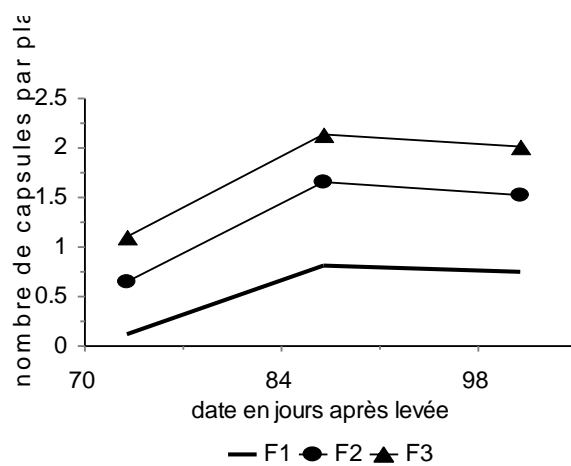
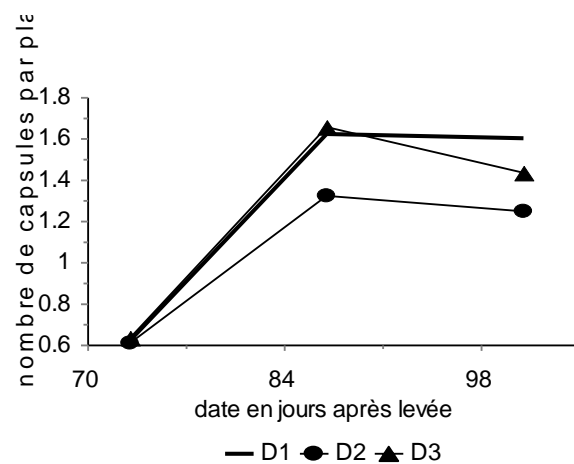
annexe 21 : étude de N'Tarla (semis tardif)
premières positions des branches fructifères 6 à 10



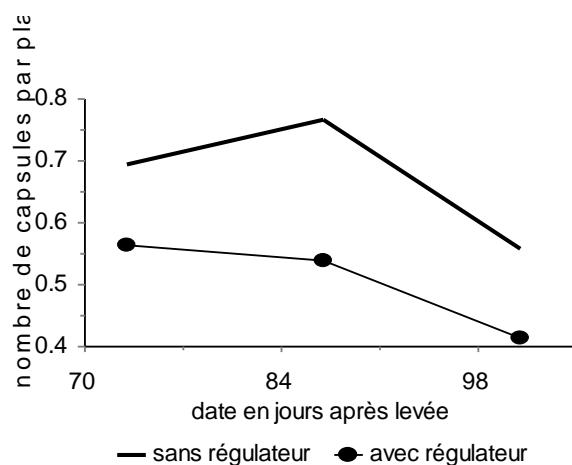
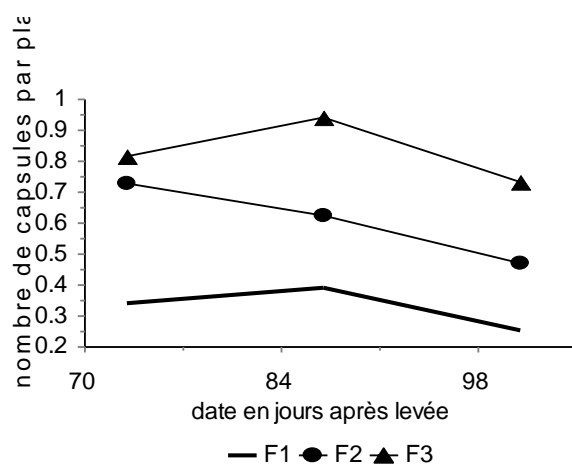
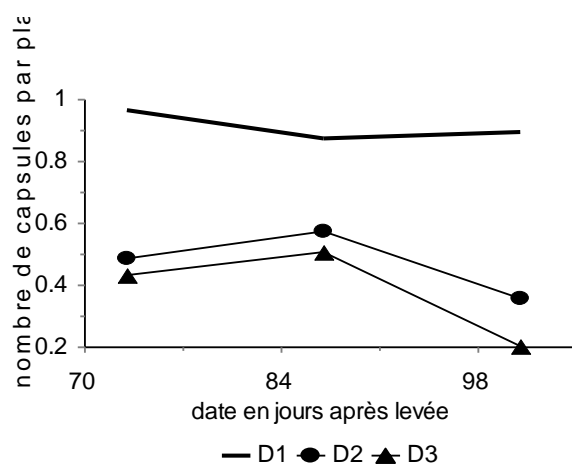
annexe 22 : étude de Finkolo (semis précoce)
premières positions des branches fructifères 11 à 15



annexe 23 : étude de Sotuba (semis précoce)
premières positions des branches fructifères 11 à 15



annexe 24 : étude de Sotuba (semis tardif)
premières positions des branches fructifères 11 à 15



annexe 25 : évolution ces charges capsulaires par plant

Semis précoces

			nombre de capsules par plant à			analyse entre 73ième JAL et 87ième JAL		analyse entre 87ième JAL et 101ième JAL	
			73 JAL	87 JAL	101 JAL	F date	signification en %	F date	signification en %
D1	F1	sans régulateur	5,7	7,5	9,0	6,97	0,2	9,66	1,0
D1	F1	avec régulateur	6,1	6,4	7,2	0,22	65,1	2,06	17,6
D1	F2	sans régulateur	6,1	9,4	10,3	50,63	0,0	1,23	29,1
D1	F2	avec régulateur	7,4	9,0	10,1	2,50	13,9	3,18	9,9
D1	F3	sans régulateur	7,7	10,4	10,5	9,57	1,0	0,01	92,4
D1	F3	avec régulateur	6,8	9,5	10,3	8,00	1,6	0,70	42,6
D2	F1	sans régulateur	3,6	4,3	5,0	11,10	0,7	1,77	20,9
D2	F1	avec régulateur	3,3	5,0	4,6	8,10	1,5	0,24	63,7
D2	F2	sans régulateur	4,2	6,0	5,4	5,96	3,1	0,98	34,4
D2	F2	avec régulateur	5,0	5,3	6,3	0,63	44,8	2,23	15,3
D2	F3	sans régulateur	4,6	6,4	6,8	7,35	1,9	0,25	63,1
D2	F3	avec régulateur	5,4	8,3	7,7	19,24	0,1	0,35	56,9
D3	F1	sans régulateur	2,8	4,4	4,3	37,72	0,0	0,04	83,1
D3	F1	avec régulateur	3,4	4,3	4,5	9,07	1,1	0,75	40,8
D3	F2	sans régulateur	3,2	4,1	4,6	8,99	1,2	1,17	30,3
D3	F2	avec régulateur	3,6	5,5	5,3	6,71	2,4	0,35	57,3
D3	F3	sans régulateur	3,3	4,3	4,6	6,47	2,6	0,24	63,9
D3	F3	avec régulateur	4,0	5,4	5,5	7,50	1,9	0,01	92,0

Semis tardifs

			nombre de capsules par plant à			analyse entre 73ième JAL et 87ième JAL		analyse entre 87ième JAL et 101ième JAL	
			73 JAL	87 JAL	101 JAL	F date	signification en %	F date	signification en %
D1	F1	sans régulateur	3,6	4,0	4,1	0,56	48,3	0,15	70,5
D1	F1	avec régulateur	4,0	4,1	5,0	0,03	86,8	3,59	9,8
D1	F2	sans régulateur	6,5	5,7	6,7	0,73	42,4	1,90	20,9
D1	F2	avec régulateur	5,6	5,7	5,8	0,01	92,4	0,01	94,2
D1	F3	sans régulateur	5,8	6,8	6,1	0,87	38,5	0,72	42,9
D1	F3	avec régulateur	5,8	6,0	5,9	0,02	87,9	0,00	94,5
D2	F1	sans régulateur	2,2	2,5	2,5	0,32	59,2	0,00	97,4
D2	F1	avec régulateur	2,2	2,8	2,5	3,71	9,3	7,13	3,1
D2	F2	sans régulateur	2,7	3,7	3,0	2,07	19,2	1,05	34,2
D2	F2	avec régulateur	2,8	4,5	4,0	5,19	5,5	2,59	14,9
D2	F3	sans régulateur	2,8	4,2	3,8	9,64	1,7	0,94	36,8
D2	F3	avec régulateur	3,1	4,5	3,9	8,92	2,0	1,87	21,3
D3	F1	sans régulateur	2,1	2,1	2,2	0,00	96,4	0,06	81,3
D3	F1	avec régulateur	1,8	2,1	2,4	0,88	38,3	0,81	40,2
D3	F2	sans régulateur	2,4	3,0	3,2	1,60	24,6	0,53	49,5
D3	F2	avec régulateur	3,2	3,6	3,6	0,63	45,6	0,06	80,7
D3	F3	sans régulateur	2,9	3,7	3,5	1,97	20,2	1,56	25,1
D3	F3	avec régulateur	2,8	4,0	3,5	5,51	5,0	1,51	25,8

INTERACTION ENTRE GENOTYPE ET DENSITE DE PLANTATION EN L'ABSENCE DE PROTECTION INSECTICIDE AU MALI

1 Justification

Dans les conditions de culture biologique définies par Helvétas, les très fortes augmentations de densité de plantation ont procuré en 2002, avec des semis tardifs, des gains de production parfois significatifs. Par ailleurs pour certaines composantes de la production, des interactions significatives entre variété et densité de plantation ont été notées (nombre de capsules par plant en particulier). S'il convient de vérifier ces premiers résultats à propos de l'augmentation de production liée à l'augmentation de la densité de plantation dans d'autres conditions de semis, il est aussi nécessaire d'explorer encore les interactions entre génotype et densité de plantation.

2 Objectifs

Le premier objectif de cette étude a été de vérifier pour des semis précoces les effets, en particulier sur la production de coton graine, des très fortes augmentations de densité de plantation. Le second objectif fut d'identifier des caractères variétaux adaptés à ces fortes densités de plantation. Ces objectifs ont été recherchés en l'absence de toute protection insecticide, l'emploi de bio-pesticides n'ayant pas encore fait l'objet de recommandations précises (origine, type de préparation, conditions d'utilisation, etc).

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités et dispositif statistique

Cette étude a été conduite sur la sous station de Finkolo. Deux facteurs ont été étudiés dans un dispositif factoriel à 6 répétitions : le facteur variétal avec 3 modalités et le facteur densité de plantation avec 2 modalités. Les variétés étudiées ont été : A = NTA 93 2 (tardive), B = NTA 93 15 (précoce) et C = STAM 59 A (précoce). Ces deux dernières variétés semblent présenter des types de précocité différents dont les intérêts respectifs méritent d'être précisés avec une forte augmentation de la densité de plantation : précocité liée à des taux de rétention plus élevés des organes fructifères des premières positions fructifères apparues pour NTA 93 15 et démarrage plus précoce de la floraison pour STAM 59 A.

Deux densités de plantation ont été mises en œuvre : 8,33 plants / m² (D1 : 0,8 mètre x 0,3 mètre x 2 plants par poquet) et 16,67 plants / m² (D2 : 0,4 mètre x 0,3 mètre x 2 plants par poquet). Les parcelles élémentaires ayant la densité de plantation D1 comprenaient 4 lignes de 15 mètres et celles ayant la densité D2 en comprenaient 8 de 15 mètres.

3.2 conditions de culture

Cette expérimentation a été semée au cours de la deuxième quinzaine du mois de juin (levée le 24 juin). Toutes les opérations culturales, à l'exception de l'absence de mesure de protection contre les ravageurs avec des biopesticides ont respecté les règles de conduite biologique de la culture définies par Helvétas, en particulier l'absence de fertilisation minérale mais un apport matière organique important (5 tonnes de fumier/ha) avant le semis.

3.3 observations

3.3.1 levée des plantules

Le long d'une ligne centrale de chaque parcelle élémentaire, à partir du 3^{ième} jour après le semis on a examiné tous les jours la levée des cotonniers. On a noté alors les nombres de plants et de poquets levés pendant 10 jours consécutifs.

3.3.2 suivi de la croissance et de la fructification des cotonniers

Sur la même ligne, à partir du 15^{ième} jour après la levée, on a examiné chaque semaine 10 plants (à raison d'un plant par poquet). Ces plants ont été préalablement marqués. Pour chaque cotonnier, le numéro du nœud de la première branche fructifère a été relevé ainsi que le nombre total de nœuds formés sur la tige principale. La hauteur de chaque cotonnier, à partir du nœud cotylédonaire, a été également notée. Enfin, on a indiqué pour chaque branche fructifère (de la 1^{ère} à la 15^{ième}) l'absence ou la nature de l'organe fructifère présent en première position.

3.3.3 suivi de la floraison

Sur la même ligne centrale de chaque parcelle, à partir du 40^{ième} jour après la levée, on a dénombré tous les jours les fleurs épanouies.

3.3.4 niveau de floraison et NAWF

Au 60^{ième}, 80^{ième} et 100^{ième} jour après la levée, on a examiné par parcelle élémentaire 10 cotonniers ayant une fleur épanouie en première position de branche fructifère. Pour chaque cotonnier on a noté le numéro d'ordre de cette branche fructifère et le nombre de nœuds de la tige principale au dessus de cette branche. Les cotonniers choisis pouvaient figurer sur différentes lignes de chaque parcelle.

3.3.5 ravageurs

En cours de campagne (à partir du 30^{ième} jour après la levée), cette observation hebdomadaire a concerné les chenilles d'*Helicoverpa armigera* (Hübner), de *Diparopsis watersi* (Rotschild), d'*Earias* sp, de *Spodoptera littoralis* (Fabricius), de *Syllepte derogata* (Fabricius) et d' *Anomis flava* (Fabricius) et les ravageurs piqueurs-suceurs tels que les jassides, les pucerons, les mirides et les aleurodes. Pour cela 10 cotonniers une ligne centrale de chaque parcelle ont été examinés. Les chenilles ont été dénombrées en examinant l'ensemble de chaque plant. Pour les pucerons (aptères uniquement) on a noté par plant le nombre de feuilles infestées en examinant les cinq feuilles terminales. Pour les jassides (tous les stades confondus) et les aleurodes (uniquement les adultes) les populations présentes sur la 5^{ième} feuille terminale (en partant du sommet du plant et en descendant vers le bas) de chacun de ces plants ont été relevées. Pour les mirides l'observation faite toujours au niveau des mêmes plants a noté la gravité des dégâts qu'ils auront provoqués sur la 5^{ième} feuille terminale (en partant du sommet du plant et en descendant vers le bas) en utilisant la grille de cotation de Coacker.

3.3.6 analyse de la production

Avant les récoltes de coton-graine, on a délimité par parcelle un tronçon de 1,5 mètre sur une ligne centrale. Tous les cotonniers présents sur un tronçon ont été examinés de manière détaillée. Le nombre de positions apparues sur les branches végétatives, le nombre de nœuds et la hauteur à partir du nœud cotylédonaire ont été relevés par plant. Ensuite pour

chaque branche fructifère de chaque plant et pour chaque position fructifère apparue sur chacune branche fructifère on a noté l'absence ou la nature de l'organe fructifère présent en considérant les catégories habituelles : capsules entièrement saines, capsules partiellement saines, capsules pourries, capsules momifiées. Pour les branches végétatives on s'est contenté de noter par branche végétative le nombre de positions apparues et les nombres de capsules dans chacune des catégories précédentes.

La récolte du coton graine des cotonniers présents sur ces tronçons de ligne s'est opérée comme suit par parcelle :

dans un premier temps on n'a récolté que le coton graine des capsules présentes sur les premières positions des premières branches fructifères jusqu'à la 15^{ième} (par groupe de 5 branches fructifères successives). Puis on a récolté séparément le coton graine porté par les branches végétatives et celui restant sur tous les plants examinés.

3.3.7 estimation des rendements

Par parcelle, la production de coton graine d'une ligne centrale (celle ayant servi aux observations précédentes) a été récoltée. Cette production (ajoutée à celle des cotonniers examinés précédemment) a servi à l'estimation du rendement en coton graine de la parcelle.

3.3.8 stand à la récolte

Enfin, les nombres de plants et de poquets présents sur une ligne centrale de chaque parcelle (celle ayant servi aux observations précédentes), ont été relevés après la récolte de coton graine.

4 Résultats

La levée de cette étude a été homogène : 50 % des plants et des poquets ayant levé le 24 juin. Dans la croissance en hauteur des plants on n'observe de différences significatives qu'entre les densités de plantation (Tableau 2 et Figure 1). Des différences significatives sont notées entre variétés et entre densités de plantation pour le nombre de nœuds de la tige principale (Tableau 3 et Figure 2 et 3). A partir du 49^{ième} jour après la levée, la formation des nœuds sur la tige principale de cotonniers semés densément est ralentie entraînant une diminution significative de leur taille à partir du 56^{ième} jour après la levée. Seule la variété NTA 93 2 se distingue par un nombre de nœuds inférieur sur la tige principale à partir du 35^{ième} jour après la levée, mais cette différence n'apparaît toutefois pas toujours de manière significative après cette date.

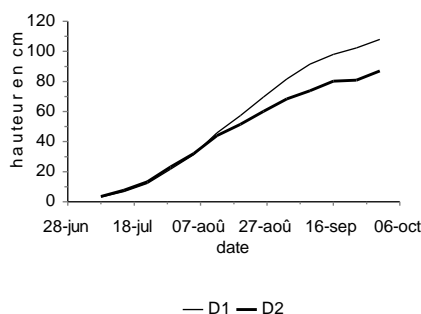
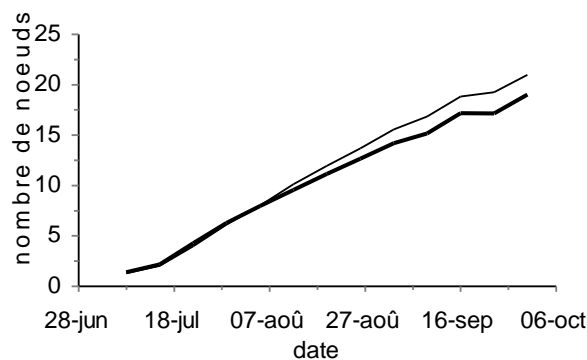


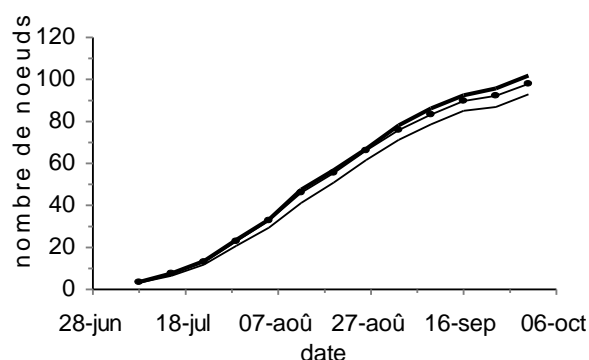
Figure 1 : croissance en hauteur des cotonniers
en fonction des densités de plantation

Tableau 2 : effets des modalités sur la croissance en cm des cotonniers

	taille des cotonniers à différentes date en jours après la levée						
	56	63	70	77	84	91	98
NTA 93 2	51,0	61,6	71,2	78,7	85,2	87,0	93,0
NTA 93 15	56,9	67,0	78,2	86,3	92,5	95,8	101,9
STAM 59 A	55,6	66,2	75,9	83,3	89,8	92,3	97,9
D1	57,4	b 69,7	b 81,8	b 91,6	b 98,1	b 102,4	b 108,1
D2	51,6	a 60,2	a 68,5	a 73,9	a 80,3	a 81,0	a 87,1
F variété	1,63	1,22	1,58	1,31	1,21	1,22	1,24
Signification en %	21,6	31,3	22,4	28,8	31,5	31,2	30,7
F densité	4,26	9,96	16,56	21,07	20,76	21,25	20,42
Signification en %	4,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
F interaction	0,61	0,83	1,30	1,96	1,82	2,14	2,17
Signification en %	55,5	45,0	29,0	16,0	18,1	13,6	13,3



— D1 — D2



— NTA 93 2 — NTA 93 15 — STAM 59 A

Figure 2 : formation des nœuds sur la
tige principale en fonction
des densités

Figure 3 : formation des nœuds sur la
sur la tige principale en fonction
des variétés

Tableau 3 : effets des modalités sur la formation des nœuds de la tige principale

	nombre de noeuds sur la tige principale à différentes dates en jours après la levée									
	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98
NTA 93 2	5,8	b 7,6	9,3	b 11,0	b 12,6	a 14,3	a 15,4	17,4	a 17,7	19,5
NTA 93 15	6,4	a 8,1	10,1	a 11,8	a 13,4	a 15,2	a 16,4	18,4	a 18,7	20,5
STAM 59 A	6,5	a 8,3	10,2	a 11,9	a 13,5	a 15,2	a 16,3	18,3	a 18,3	20,1
D1	6,1	8,0	10,2	b 12,0	b 13,7	b 15,6	b 16,9	b 18,9	b 19,3	b 21,0
D2	6,3	8,0	9,6	a 11,2	a 12,7	a 14,2	a 15,2	a 17,2	a 17,2	a 19,0
F variété	2,66	2,91	4,06	3,96	3,45	3,66	3,30	3,39	1,46	1,39
Signification en %	4,0	7,1	2,9	3,1	4,6	3,0	5,2	4,9	25,2	26,8
F densité	0,59	0,05	4,32	8,57	11,85	16,32	21,30	20,92	18,73	16,09
Signification en %	45,5	81,7	4,6	0,7	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
F interaction	1,71	1,23	1,57	1,50	1,47	2,24	1,40	1,44	1,01	0,72
Signification en %	20,0	30,9	22,7	24,1	24,8	12,5	26,5	25,6	38,1	50,1

La formation plus lente des nœuds de la tige principale de cotonniers de la variété NTA 93 2 est accompagnée d'une croissance en hauteur plus lente mais celle ci n'apparaît jamais de manière significative. Enfin, aucune interaction entre variétés et densités de plantation n'est observée dans ces caractéristiques de croissance des cotonniers.

Dans la date d'apparition de la première branche fructifère, on ne note pas d'effet significatif des densités de plantation ni d'effet significatif des variétés. Cependant une interaction significative entre ces deux facteurs apparaît pour cette caractéristique (Tableau 4) : en augmentant la densité de plantation la variété NTA 93 15 voit sa première branche fructifère apparaître significativement plus tôt, l'inverse étant noté pour les deux autres variétés mais de manière non significative. La variété NTA 93 2 apparaît plus tardive que les deux autres pour l'apparition de la première branche fructifère mais il n'y a pas de différence variétale dans l'évolution des niveaux de floraison et celle des NAWFs (Tableau 4). Avec l'augmentation de la densité de plantation une tendance non significative d'un début de floraison plus précoce est observée. En liaison avec le ralentissement de la formation des nœuds sur la tige principale on observe en augmentant la densité de plantation un raccourcissement significatif du cycle fructifère mesurée à travers les valeurs de NAWF, qui chutent plus rapidement, l'évolution des niveaux de floraison n'étant pas influencée par la densité de plantation pendant la période considérée (Tableau 4).

Tableau 4 : effets des modalités sur quelques caractéristiques d'évolution de la floraison

	noeud de la 1 ^{ère} branche fructifère	date de la 1 ^{ère} fleur 50 % plants en JAL *		niveau de floraison à différentes dates en JAL *		NAWF à différentes dates en JAL *	
				80	100	80	100
NTA 93 2	6,08	63,0	b	4,0	10,1	7,1	4,8
NTA 93 15	6,29	60,9	a	4,3	10,6	7,8	5,2
STAM 59 A	6,02	60,1	a	3,4	10,3	8,5	5,0
D1	6,17	61,9		3,9	10,6	8,8	b 5,8 b
D2	6,06	60,8		3,9	10,1	6,8	a 4,1 a
F variété	0,90	5,36		1,78	0,26	2,80	0,10
Signification en %	42,0	1,1		18,8	77,8	7,9	90,7
F densité	0,53	2,20		0,01	0,50	16,68	6,36
Signification en %	48,0	14,7		91,2	49,3	0,1	1,8
F interaction	6,15	0,50		1,49	0,84	0,19	0,60
Signification en %	0,7	61,7		22,8	44,5	92,9	56,3

JAL = jours après levée

Le complexe des chenilles carpophages a été très nettement dominé par l'espèce *D. watersi* comme le montre la figure 4.

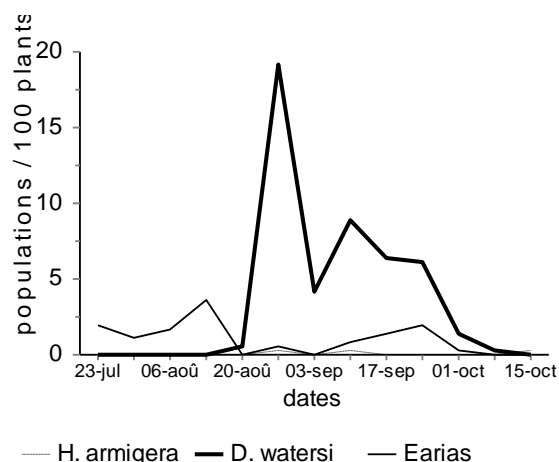


Figure 4 : dynamiques moyennes des infestations de chenilles carpophages

A la fin du mois d'août près de 20 chenilles de cette espèce pour 100 plants ont été dénombrées (ce niveau d'infestation est en général utilisé pour l'ensemble des chenilles carpophages comme seuil de déclenchement d'une intervention). Les infestations de cette espèce sont restées élevées jusqu'à la fin du mois de septembre. Cette dynamique est très importante à considérer au regard de l'élaboration de la production. En effet, on s'aperçoit que les organes fructifères des premières positions des dix premières branches fructifères sont entrés en floraison pendant cette période de fortes infestations de *D. watersi* (Tableau 4). Ces organes ont donc probablement été très vulnérables à leurs attaques.

Les infestations de chenilles phyllophages sont restées très faibles (inférieures à 3 chenilles pour 100 plants) quelle que soit l'espèce considérée (Figure 5). Celles de la plupart des insectes piqueurs suceurs, à l'exception des pucerons avant la mi-août, ne furent également pas très élevées (Figures 6 à 8) toujours inférieures à : 25 % de plants infestés pour les aleurodes, 15 % de plants infestés pour les jassides, 15 % de plants présentant des dégâts de mirides et infestations quasiment nulles de pucerons après la fin du mois d'août..

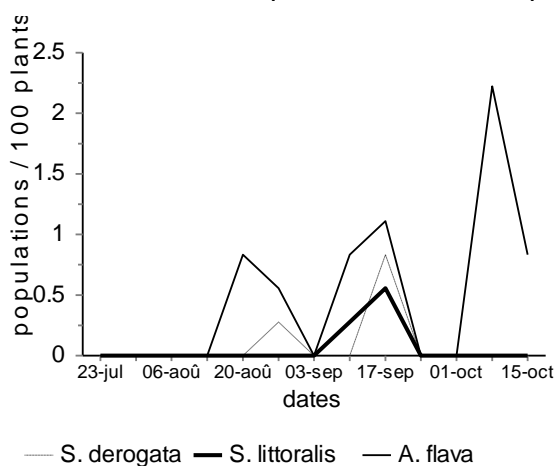


Figure 5 : dynamique moyennes des infestations de chenilles phyllophages

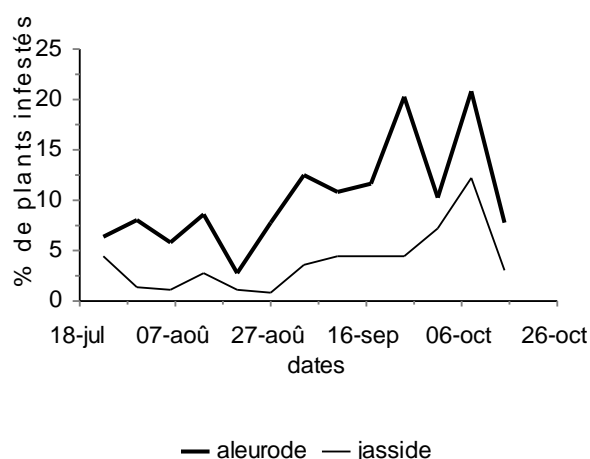


Figure 6 : dynamiques moyennes des infestations de jassides et aleurodes

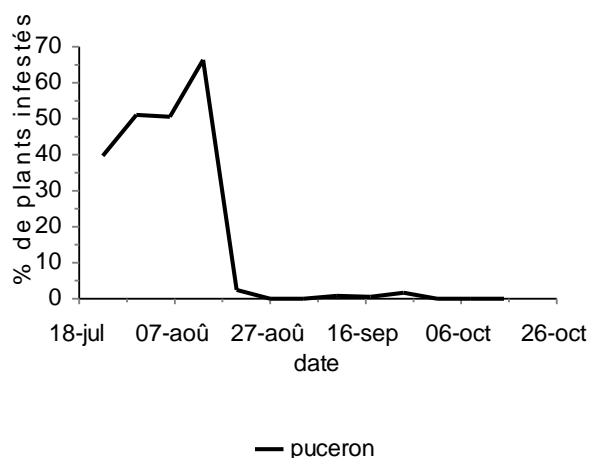


Figure 7 : dynamique moyennes des Infestations de pucerons

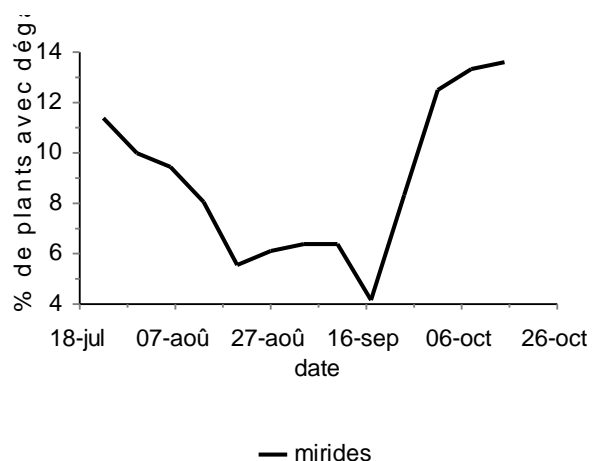


Figure 8 : dynamique moyenne des infestations de mirides

A l'exception des pucerons et uniquement pour le pourcentage de plants infestés, aucun effet des modalités étudiées n'est apparu significatif vis-à-vis de ces ravageurs sur l'ensemble de la campagne (Tableaux 5 et 6) quel que soit le type d'observation considéré. Les faibles niveaux moyens d'infestations d'insectes piqueurs suceurs et des chenilles autres que *D. watersi*, sur l'ensemble de la campagne en sont probablement responsables car dans les dynamiques de certains d'entre eux (les jassides et les aleurodes en particulier) on observe à certaines périodes des infestations plus fortes avec la densité de plantation la plus faible (Figures 9 à 12). Les différences significatives observées en faveur de la plus forte densité de plantation pour les pourcentages de plants infestés par pucerons (Tableau 5) résultent essentiellement des différences d'infestations observées en début de campagne avec la variété STAM 59 A pour les deux densités comparées (62,1 % de plants infestés avec la densité D1 contre 40,8 % avec la densité D2 pendant la période allant de la fin juillet à la mi-août). En effet pour les deux autres variétés les différences d'infestations en pucerons entre les deux densités de plantation pendant cette période sont faibles : 55,0 % de plants infestés pour la densité D1 contre 54,6 % pour la densité D2 avec la variété NTA 93 2 et respectivement 50,4 % et 48,7 % pour les mêmes densités avec la variété NTA 93 15.

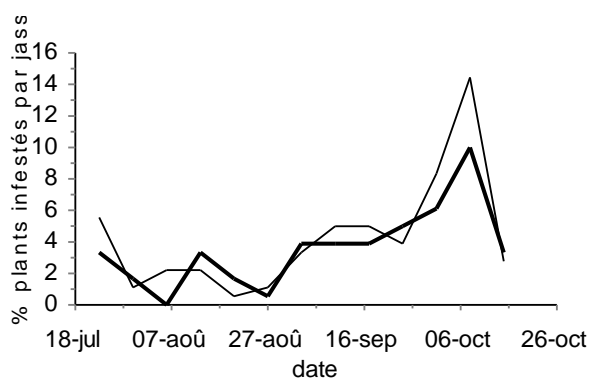
Tableau 5 : effets des modalités sur les infestations de chenilles carpophages et phyllophages (cumul des infestations : 13 observations x 10 plants)

	<i>H</i> <i>armigera</i>	<i>D</i> <i>watersi</i>	<i>Earias</i>	<i>S</i> <i>derogata</i>	<i>S</i> <i>littoralis</i>	<i>A</i> <i>flava</i>
NTA 93 2	0,00	5,42	1,17	0,00	0,08	0,33
NTA 93 15	0,00	5,17	1,58	0,25	0,00	0,75
STAM 59 A	0,25	3,50	1,25	0,08	0,17	0,83
D1	0,11	4,83	1,33	0,11	0,06	0,67
D2	0,06	4,56	1,33	0,11	0,11	0,61
F variété	NA	1,27	0,46	NA	NA	1,65
Signification en %		29,9	64,4			61,0
F densité		0,07	0,00			0,05
Signification en %		79,3	99,0			81,4
F interaction		2,52	1,24			1,65
Signification en %		9,9	30,8			61,0

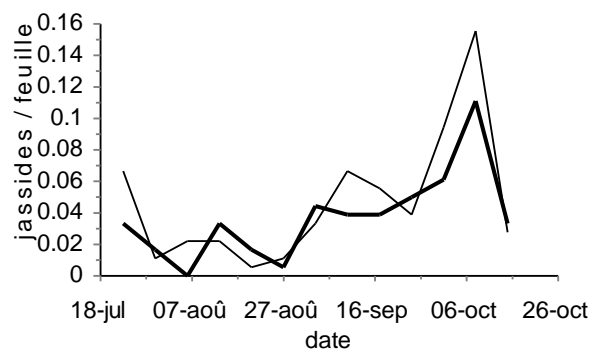
NA : non analysé

Tableau 6 : effets des modalités sur les infestations moyennes d'insectes piqueurs suceurs

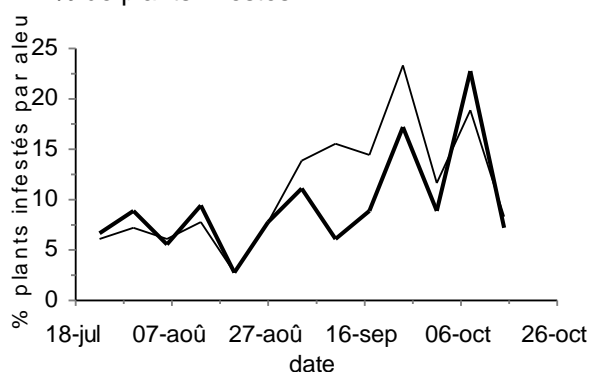
	miride		puceron		aleurode		jasside	
	% plants avec dégâts	dégât grade par feuille	% feuille infestées	% plants infestés	% plants infestés	nombre par feuille	% plants infestés	nombre par feuille
NTA 93 2	8,65	0,13	5,64	15,77	10,71	0,15	4,36	0,05
NTA 93 15	9,55	0,14	5,82	17,31	9,42	0,12	3,97	0,04
STAM 59 A	8,40	0,13	5,65	16,15	10,71	0,13	3,46	0,04
D1	8,80	0,13	6,26	17,74b	11,07	0,14	4,27	0,05
D2	8,93	0,14	5,15	15,09a	9,49	0,12	3,59	0,04
F variété	0,23	0,12	0,06	0,77	0,70	1,37	0,91	1,08
Signification en %	80,0	88,6	94,4	47,9	51,1	27,2	41,7	35,6
F densité	0,02	0,16	3,71	5,78	2,04	2,05	1,46	2,64
Signification en %	88,9	69,4	6,2	2,3	16,2	16,1	23,7	11,3
F interaction	0,41	0,51	1,15	4,00	0,24	0,77	0,01	0,09
Signification en %	67,2	61,1	33,5	3,0	79,0	47,7	99,0	91,0
Transformation	bliss		bliss	bliss	bliss		bliss	



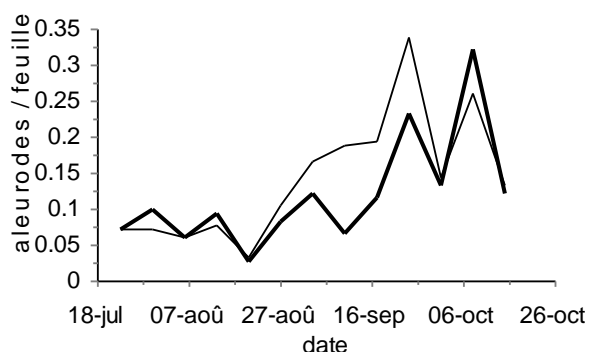
— D1 — D2



— D1 — D2

Figure 9 :dynamique des infestations
de jassides selon les densités
% de plants infestésFigure 10 : dynamique des infestations
de jassides selon les densités
populations par feuille

— D1 — D2



— D1 — D2

Figure 11 :dynamique des infestations
d'aleurodes selon les densités
% de plants infestésFigure 12 : dynamique des infestations
d'aleurodes selon les densités
populations par feuille

En cours de campagne, dans l'évolution des taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère, on observe une chute importante de leurs valeurs qu'à partir du : 27 août pour les cinq premières branches fructifères, 2 septembre pour les cinq branches fructifères suivantes et 23 septembre pour les branches 11 à 15 (figure 13). Le pic d'infestation de *D. watersi* a probablement joué un rôle important dans les chutes de ces organes au moins pour les premières positions des 10 premières branches fructifères.

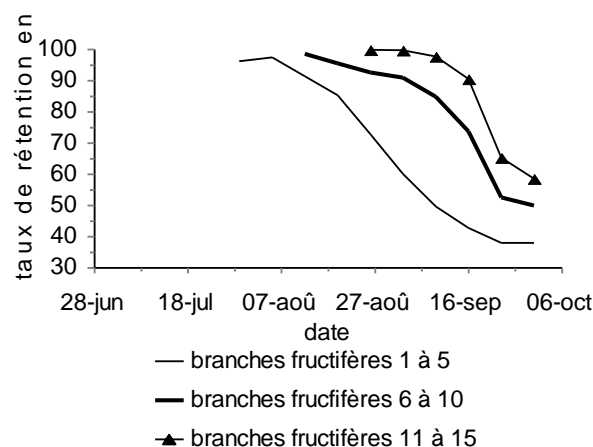


Figure 13 : évolution moyenne des taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère

Pour les premières positions des cinq premières branches fructifères, on note des taux de rétention inférieurs pour la plus forte densité de plantation mais de manière significative uniquement à partir du 2 septembre, soit le 70^{ième} jour après la levée (Figure 14). Cette différence se maintient presque au même niveau après cette date et jusqu'à la récolte (Tableau 7). L'essentiel de la différence entre les deux densités de plantation a donc été créé lors du pic d'infestation de *D. watersi*

Tableau 7 : effets des modalités sur les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 5

	taux de rétention en %						à la récolte
	à différentes date en jours après levée						
	63	70	77	84	91	98	
NTA 93 2	76,9a	64,0	54,0	44,0	35,5	35,8	30,7
NTA 93 15	73,4ab	59,9	47,8	43,1	40,6	40,2	35,0
STAM 59 A	68,5b	56,7	47,5	41,6	38,1	38,2	29,1
D1	75,0	65,1a	54,3a	47,5a	44,0a	43,8a	38,0a
D2	70,9	55,4b	45,3b	38,2b	32,1b	32,3b	25,2b
F variété	3,47	2,17	2,75	0,23	1,02	0,73	1,19
Signification en %	4,6	13,3	8,20	80,0	37,6	49,7	32,2
F densité	2,31	11,34	12,32	8,74	18,23	16,45	14,40
Signification en %	13,8	0,2	0,2	0,7	0,0	0,1	0,1
F interaction	0,30	0,01	0,01	0,32	0,42	0,44	3,28
Signification en %	74,9	99,0	99,0	73,2	66,9	64,5	5,3
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

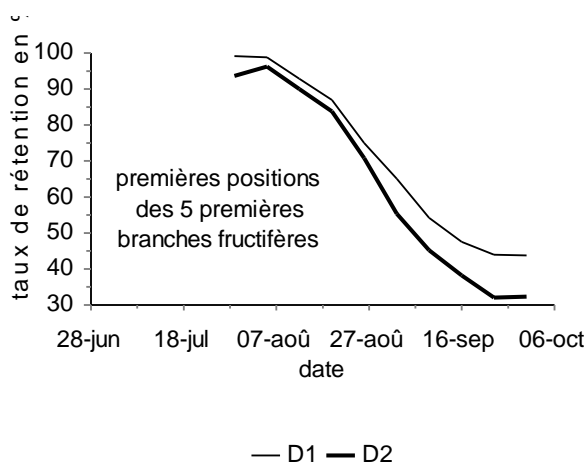


Figure 14 : évolution des taux de rétention des organes fructifères en première position des cinq premières branches fructifères en fonction des densités de plantation

Pour les premières positions des branches fructifères 6 à 10, une différence significative en défaveur de la plus forte densité de plantation n'apparaît qu'à la récolte (Tableau 8 et Figure 15). L'essentiel de la différence dans les taux de rétention pour ces positions entre les deux densités de plantation semble avoir été acquis après le 98^{ième} jour après la levée (après le 30 septembre). A cette date les populations de chenilles n'en sont vraisemblablement plus responsables. Il s'agit donc pour ces positions fructifères, contrairement aux précédentes, probablement d'une différence de régulation de la production à l'échelle du plant en défaveur de la plus forte densité de plantation.

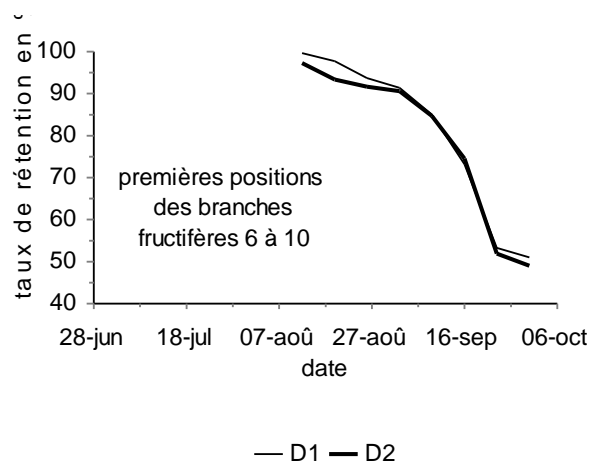


Figure15 : évolution des taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 6 à 10 en fonction des densités de plantation

Tableau 8 : effets des modalités sur les taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 6 à 10

	taux de rétention en %					
	à différentes dates en jours après levée					à la
	70	77	84	91	98	récolte
NTA 93 2	94,0a	87,4	74,6	53,3	49,6	24,3
NTA 93 15	93,0a	86,4	77,2	56,2	53,2	27,6
STAM 59 A	86,1b	80,8	69,8	48,4	47,3	30,9
D1	91,4	85,0	73,2	53,3	51,0	31,9a
D2	90,6	84,7	74,5	51,9	49,1	23,3b
F variété	4,81	2,51	1,49	1,56	1,48	0,79
Signification en %	1,7	9,9	24,4	23,0	24,6	46,7
F densité	0,29	0,16	0,11	0,14	0,48	4,50
Signification en %	59,9	69,8	74,1	70,8	50,3	4,2
F interaction	1,79	3,29	2,96	1,92	0,55	0,04
Signification en %	18,7	5,3	6,9	12,6	59,0	96,4
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	Bliss	Bliss

Par ailleurs dans l'évolution des taux de rétention de ces premières positions de branches fructifères on observe en cours de campagne des effets variétaux en faveur des variétés originaires du Mali (NTA 93 2 et NTA 93 15) pour les dix premières branches fructifères. Mais ces effets ne sont pas toujours significatifs et ne se maintiennent pas à la récolte. On doit aussi souligner que pour les taux de rétention à la récolte des premières positions des 5 premières branches fructifères l'interaction entre le facteur variétal et le facteur densité frôle la signification (5,3 %). Cela est du à un moins bon comportement de la variété STAM 59 A lorsque la densité de plantation augmente : 39,8 % avec la densité D1 contre 24,1 % avec la densité D2 alors que pour les deux autres variétés on a respectivement 35,4 % contre 31,5 % avec la variété NTA 93 2 et 38,1 % contre 33,7 % avec la variété NTA 93 15. Ce

phénomène n'est par contre pas observé pour les premières positions des autres branches fructifères.

Conséquence probable d'un plus faible développement des plants (en particulier dans la formation d'un plus faible nombre de nœuds fructifères sur la tige principale), le nombre de positions fructifères apparues par plant est significativement plus faible pour la plus forte densité de plantation comparée à la plus faible (en proportion cette baisse du nombre d'organes fructifères formés est plus importante sur les branches végétatives que sur les branches fructifères : 55,5 % contre 32,8 %), mais l'inverse est observé entre ces deux densités de plantation (signification à 6,9 %) lorsque l'on considère le nombre de positions apparue par m² (Tableau 9). On ne note pas d'effet variétal sur la formation d'organes fructifères à l'échelle d'un plant ou par m². Sur l'ensemble de l'essai on note qu'en moyenne 83,9 % des organes fructifères qui ont été formés n'ont pas atteint le stade fleur. Cette abscission préflorale est donc très importante mais aucun effet significatif à 5 % des facteurs étudiés n'est observé dans ce phénomène (Tableau 9) : une plus forte abscission préflorale est notée pour la densité de plantation la plus faible (significatif à 10,7 %) et des différences variétales, surtout en défaveur de la variété NTA 93 2, sont observées à 12,4 %. En résultante de ces deux phénomènes (formation d'organes fructifères et abscission préflorale) le volume de la floraison par plant reste néanmoins plus élevé avec la plus faible densité de plantation comparée à la plus forte, l'inverse étant noté entre ces deux densités de plantation pour le volume de floraison par unité de surface. Des différences significatives en défaveur de la variété NTA 93 2 apparaissent pour le volume de la floraison par plant et par m².

Tableau 9 : effets des modalités sur quelques caractéristiques de la fructification des cotonniers

	nombre de positions apparues		taux abscission préflorale	nombre de fleurs épanouies	
	par plant	par m ²		par plant	par m ²
NTA 93 2	32,7	370,1	86,7	4,4b	46,5b
NTA 93 15	36,0	381,0	84,1	5,9a	58,3a
STAM 59 A	31,5	364,1	80,9	6,4a	62,4a
D1	41,6a	339,1	85,5	6,7a	45,0b
D2	25,2b	404,4	82,3	4,5b	66,6a
F variété	0,80	0,08	2,25	15,61	6,53
Signification en %	46,6	92,2	12,4	0,0	0,5
F densité	30,23	3,54	2,74	50,10	33,57
Signification en %	0,0	6,9	10,7	0,0	0,0
F interaction	1,89	0,88	1,30	4,89	0,21
Signification en %	17,0	42,8	29,1	1,60	81,7
Transformation			bliss		

A la récolte on retrouve pour la hauteur des plants et le nombre de nœuds formés sur la tige principale l'effet dépressif de l'augmentation de la densité de plantation (Tableau 10) sans effet variétal significatif. Pour la production de coton graine aucun effet des facteurs étudiés ni de leur interaction n'est significatif (Tableau 10). Les floraisons plus abondantes des variétés NTA 93 15 et surtout STAM 59 A ont probablement été compensées par un poids moyen capsulaire plus élevé chez la variété NTA 93 2. (Tableau 10). Les taux de capsules entièrement saines sont significativement plus faibles lorsque la densité de plantation augmente (tableau 10).

Tableau 10 : effets des modalités sur la production et quelques caractéristiques des plants à la récolte

	hauteur en cm	nombre de noeuds	rendement en kg/ha	poids moyen capsulaire	taux de capsules entièrement saines
NTA 93 2	102,2	21,3	1072,9	3,9a	59,6
NTA 93 15	110,0	22,1	1213,6	3,7ab	62,8
STAM 59 A	100,8	23,0	1117,6	3,2b	61,6
D1	114,6a	24,0a	1115,2	3,7a	65,9a
D2	94,2b	20,2b	1154,2	3,3b	56,7b
F variété	0,92	0,68	1,49	5,10	0,18
Signification en %	41,3	51,8	24,3	1,4	84,1
F densité	11,66	10,66	0,33	5,36	5,34
Signification en %	0,2	0,3	57,7	2,8	2,8
F interaction	2,17	0,24	2,04	1,37	0,54
Signification en %	13,4	79,4	14,9	27,1	59,7
Transformation					bliss

Le plus fort groupement de la production sur les premières positions des 5 premières branches fructifères, habituellement observé à la suite d'une forte augmentation de la densité de plantation, n'est significatif qu'à 5,3 % cette année (Tableau 11). Par contre les productions issues des branches végétatives et des positions des branches fructifères autres que les premières participent plus à la production totale lorsque la densité de plantation est faible. Pour les dernières positions des branches fructifères une différence variétale en faveur de la variété STAM 59 A et au détriment de la variété NTA 93 15 (Tableau 11) est notée.

Tableau 11 : effets des modalités sur la répartition de la production

	part de la production en % issue des				
	branches fructifères			branches végétatives	
	premières positions des branches fructifères			autres positions	
	1 à 5	6 à 10	11 à 15		
NTA 93 2	45,3	19,5	4,3	25,3ab	5,6
NTA 93 15	43,7	21,5	4,0	17,1b	13,7
STAM 59 A	30,2	26,0	5,8	29,1a	9,0
D1	33,5	20,3	4,3	28,2a	13,7a
D2	45,9	24,3	5,1	19,5b	5,1b
F variété	2,25	1,18	0,32	3,49	3,21
Signification en %	12,5	32,5	73,0	4,5	5,6
F densité	4,05	0,13	0,04	6,96	10,01
Signification en %	5,3	72,1	84,6	1,4	0,4
F interaction	1,65	0,80	1,61	1,02	1,08
Signification en %	21,0	46,3	21,8	37,6	35,7
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Les densités de plantations qui étaient recherchés dans cette étude n'ont été atteintes en moyenne qu'à 67,5 % aboutissant à 5,5 plants par m² pour la densité D1 et 11,4 plants par m² pour la densité D2.

5 Conclusions et discussion

La plupart des effets attendus de l'augmentation de la densité de plantation ont été retrouvés au sein de cette nouvelle étude même s'ils n'apparaissent pas toujours de manière significative : diminution de la taille de la taille des plants, ralentissement de la formation des nœuds sur la tige principale, raccourcissement du cycle fructifère, plus faibles taux de rétention des organes fructifères, production d'organes fructifères et volume de floraison moins importants par plant mais plus élevés par unité de surface, plus faible taux de capsules entièrement saines, poids moyen capsulaire plus faible et groupement plus important de la production sur les premières positions fructifères apparues. Vis-à-vis des ravageurs les tendances souvent notées d'une diminution de leurs infestations par plant ne sont par contre observées de manière significative cette année que pour les pucerons en début de campagne. Pour les autres ravageurs ces tendances sont apparues parfois en cours de campagne (jassides et aleurodes) mais jamais de façon marquée et donc non significative sur l'ensemble de la campagne. En conséquence compte tenu d'une offre en organes fructifères plus faible et moins diversifiée par plant l'incidence des ravageurs carpophages, qui ont développé de fortes infestations à partir du début de la floraison, a été plus élevée avec la plus forte densité de plantation et elle s'est traduite par des taux de rétention des organes fructifères et des taux de capsules entièrement saines plus faibles affectant presque toutes les positions fructifères. Cependant, grâce au doublement du nombre de plants par unité de surface, qui s'est traduit par une production d'organes fructifères et de fleurs plus importante par unité de surface, et une différence moins marquée dans les taux de capsules entièrement saines des premières positions des cinq premières branches fructifères (72,3 % de capsules entièrement saines avec la densité D2 contre 76,3 % avec la densité D1), les productions de coton graine des fortes densités de plantation sont en moyenne équivalentes à celles des faibles densités de plantation.

Les conclusions de cette étude à propos de l'augmentation de la densité de plantation sont en tous points comparables à celles de l'étude similaire conduite en 2002 : en l'absence de protection insecticide et en présence de fortes infestations de chenilles carpophages, on ne peut espérer en moyenne d'augmentation de la production par une augmentation de la densité de plantation. Mais il faut souligner que l'augmentation de la densité de plantation n'a pas entraîné en 2003, comme d'ailleurs en 2002, de perte de production.

Les principales caractéristiques physiologiques comparatives des variétés étudiées ont été retrouvées : la variété STAM 59 A est la plus précoce en floraison suivie de la variété NTA 93 15 puis de la variété NTA 93 2 et les variétés originaires du Mali (NTA 93 15 et NTA 93 2) ont des taux de rétention sur les premières positions des cinq premières branches fructifères plus élevées (qui se traduit par une participation plus fortes des capsules de ces positions dans la production totale) même si cela n'apparaît pas de manière significative.

Sur le plan phytosanitaire, les différences variétales qui avaient été observées en 2002 (infestations plus faibles de jassides mais plus élevées de pucerons sur la variété NTA 93 2 par rapport à la variété NTA 93 15) n'ont pas été retrouvées. Les faibles infestations de ces ravageurs piqueurs suceurs en 2003 en sont probablement responsables.

Globalement si les variétés étudiées ne diffèrent pas en production de coton graine et si leur interaction avec la densité n'est pas significative, l'augmentation de la densité de plantation apparaît pénalisante pour la variété STAM 59 A (1060,7 kg/ha de coton graine avec la densité de plantation D2 contre 1174,6 kg/ha avec la densité de plantation D1). La précocité de floraison de cette variété en liaison avec la dynamique des ravageurs carpophages pourrait en être responsable. A l'inverse dans ces conditions de cultures même avec le faciès parasitaire de cette campagne, l'augmentation de la densité de plantation serait plutôt bénéfique à la variété NTA 93 2 (1182,4 kg/ha de coton graine avec la densité de plantation D2 et contre 963,4 kg/ha de coton graine avec la densité de plantation D1). Les taux de

rétenion des organes fructifères situés en première position des 5 premières branches fructifères qui, avec cette variété, sont moins affectés par l'augmentation de la densité de plantation pourraient en être responsables (27,3 % avec D2 contre 34,1 % avec D2 pour la variété NTA 93 2 alors que ces chiffres sont respectivement de 17,1 % contre 41,1 % avec la variété STAM 59 A).

En conclusion en l'absence de protection phytosanitaire efficace on devrait opter avec les densités de plantation actuellement recommandées pour une variété présentant un cycle productif long, pouvant être ou non associé à une précocité de floraison mais se traduisant par une répartition de sa production sur de nombreuses positions fructifères, afin de limiter l'incidence d'une infestation momentanée forte de ravageurs carpophages. Une variété comme la STAM 59 A conviendrait alors. Par contre avec une densité de plantation très forte dans les mêmes conditions de culture, des variétés ayant une production naturellement plus groupée sur les premières positions fructifères apparues (pouvant être liée à de meilleurs taux de rétention) conviendraient mieux même avec une infestation forte et précoce de ravageurs carpophages. Une variété comme la variété NTA 93 2 pourrait alors convenir mais avec un potentiel de production peut être un peu plus élevé. La variété NTA 93 15 dans les conditions parasitaires de cette campagne en l'absence de protection phytosanitaire semble la plus robuste aux deux stratégies de plantation : 1207,6 kg/ha avec la densité D1 contre 1219,7 kg/ha avec la densité D2.

L'augmentation de la densité de plantation dans des conditions défavorables comme celles que connurent les études conduites en 2002 et en 2003, c'est à dire avec une forte pression de chenilles carpophages, ne semble pas pénalisante en production en l'absence de protection phytosanitaire. Dans d'autres conditions cette augmentation de la densité de plantation s'accompagne souvent d'une augmentation de la production. Cette pratique pourrait donc être envisagée sans trop de craintes pour la culture biologique du cotonnier car il n'est pas certain que ces conditions parasitaires défavorables soient rencontrées partout et chaque année. Mais il conviendrait de le vérifier et d'examiner, si d'autres conditions parasitaires étaient rencontrées, les atouts que pourrait ou non présenter cette pratique culturale dans des conditions de culture biologique. Ces conditions parasitaires différentes, surtout par rapport au cycle productif de la plante, pourraient être obtenues à travers des localisations différentes ou provoquées par des dates de semis différentes.

Cependant, le choix variétal pourrait être déterminant dans la réussite de cette pratique culturale de forte densité de plantation. Il est donc important de conduire aussi en milieu réel des expérimentations à propos de l'augmentation de la densité de plantation en faisant intervenir ce facteur. Ces études pourraient être conduites avec la variété NTA 93 15 qui semble en l'absence de protection la plus robuste aux deux stratégies de plantation. Toutefois la variété NTA 93 2 qui semble valoriser le mieux l'augmentation de la densité de plantation pourrait être reprise dans une telle étude. Mais, afin de mieux caractériser les variétés adaptées à ces deux stratégies de plantation dans les conditions biologiques de culture il faudrait pouvoir disposer d'une plus grande diversité dans le matériel végétal notamment en ce qui concerne la précocité et la longueur du cycle productif.

MODULATION DES SEUILS D'INTERVENTION CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES EN COURS DE CAMPAGNE AU MALI

1 Justification

La protection phytosanitaire de la culture cotonnière au Mali s'oriente depuis quelques années vers l'utilisation de seuils sensu stricto. Pour les chenilles carphophages le seuil d'infestation a été fixé à 5 chenilles pour 25 plants pendant toute la campagne. Mais ce seuil d'infestation pourrait apparaître trop élevé en début de campagne lorsque l'offre des cotonniers en organes fructifères est faible. Il conviendrait alors peut être de le réduire au cours de cette période pour mieux préserver les premiers organes fructifères apparus qui procurent toujours une part importante de la production.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude a été d'évaluer l'intérêt de la réduction en début de campagne du seuil d'infestation contre les chenilles carphophages dans les programmes d'interventions sur seuil. Le second objectif de cette étude aurait du être d'apprécier les avantages que pouvait procurer l'utilisation d'alternatives aux pyréthrinoïdes dans les programmes d'interventions sur seuil au Mali. Ce deuxième objectif n'a pas pu être atteint faute d'alternatives aux pyréthrinoïdes disponibles au démarrage des programmes de protection.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Quatre programmes d'interventions sur seuil (Tableau 1) devaient être comparés au programme de protection à interventions calendaires recommandé au Développement.

Tableau 1 : programmes de protection comparés

	matières actives utilisées	
	Avant le 15 août	après le 15août
A programme vulgarisé	Endosulfan	Pyréthrinoïde organo-phosphoré
B programme d'intervention sur seuil de type 1	Endosulfan	Pyréthrinoïde organo-phosphoré
C programme d'intervention sur seuil de type 2	Endosulfan	Pyréthrinoïde organo-phosphoré
D programme d'intervention sur seuil de type 1	Endosulfan	alternative aux pyréthrinoïdes
E programme d'intervention sur seuil de type 2	Endosulfan	alternative aux pyréthrinoïdes

Compte tenu de la non disponibilité d'alternative aux pyréthrinoïdes, les programmes B et D étaient identiques ainsi que les programmes C et E.

Dans les programmes d'interventions sur seuil deux périodes ont été distinguées : la première allait du 45^{ième} au 90^{ième} JAL et la seconde du 90^{ième} JAL à la fin de la campagne. Pour les programmes d'interventions sur seuil de type 1, le seuil d'infestation de 5 chenilles pour 25 plants a été conservé pendant toute la campagne. Pour les programmes d'interventions sur seuil de type 2 le seuil de 2 chenilles pour 25 plants a été adopté avant le 90^{ième} JAL et celui de 5 chenilles pour 25 plants a été utilisé au-delà du 90^{ième} JAL. Pour le programme de protection vulgarisé les interventions ont été effectuées à 14 jours d'intervalle à partir du 45^{ième} JAL.

L'endosulfan a été utilisé avant le 15 août à 500 g/ha. Au delà du 15 août l'association cyperméthrine chlorpyrifos éthyl à 36 150 g/ha fut retenue.

3.2 dispositif statistique

Un dispositif en blocs de FISHER à 12 répétitions a été adopté. La parcelle élémentaire comprenait 8 lignes de 10 mètres (soit 64 m² avec la géométrie de semis vulgarisée : 0,8 m x 0,3 m x 2 plants par poquets). Seules les 6 lignes centrales de chaque parcelle ont été protégées lors des applications.

3.3 conduite de la culture

La variété utilisée a été NTA 88 – 6. Elle a été semée le 7 juin (levée le 11 juin). En dehors des interventions phytosanitaires, toutes les pratiques culturales (densité de plantation, entretien contre l'enherbement, fertilisation minérale, etc) ont été celles recommandées au Développement..

3.4 observations

3.4.1 chenilles carpophages

Ces observations hebdomadaires ont débuté au 44^{ième} JAL. Par parcelle elles ont été effectuées sur 25 plants pris sur les 2 lignes centrales. L'ensemble de chaque plant a été examiné et les différentes espèces (*Helicoverpa armigera* Hübner, *Diparopsis watersi* Rothschild et *Earias*) ont été distinguées lors des dénombrements.

3.4.2 infestations d'insectes piqueurs suceurs

Ces observations ont été réalisées toutes les deux semaines à partir du 30^{ième} JAL. A chaque date on a examiné 10 plants pris sur l'une des lignes centrales de chaque parcelle. Au niveau de chaque plant, seule la 5^{ième} feuille terminale en partant du sommet du plant a été examinée. Les populations de jassides y ont été dénombrées et une cotation de dégâts de mirides a été effectuée (échelle de Coaker).

3.4.3 rétention des organes fructifères

Ces observations par parcelle ont été effectuées sur les mêmes plants que ceux ayant servis aux dénombrements de chenilles carpophages. Cependant elles n'ont été réalisées qu'au 44^{ième} après la levée, au 15 août et au 89^{ième} JAL. Pour chaque plant on a examiné la première position de chacune des 10 premières branches fructifères. On a noté alors l'absence ou la présence d'un organe fructifère avec sa nature : bouton, fleur épanouie ou capsule.

3.4.4 abscission

A partir du 30^{ième} JAL, on a ramassé tous les 2 jours les organes fructifères tombés dans l'interligne central de chaque parcelle. Ces organes ont été triés puis dénombrés en organes troués par une chenille carpophage et en organes non troués sans distinction de la nature de l'organe.

3.4.5 analyse de la production

Avant les récoltes de coton-graine, on a délimité par parcelle un tronçon de ligne de 1,5 mètre sur une ligne centrale. Tous les cotonniers présents sur un tronçon ont été examinés

de manière détaillée pour leur production. Pour chaque branche fructifère jusqu'à la 15^{ième} et pour chaque position de chacune d'elles jusqu'à la 3^{ième} on a noté l'absence ou la présence de l'organe fructifère avec sa nature en considérant les catégories habituelles : capsules entièrement saines, capsules partiellement saines, capsules pourries et capsules momifiées. Pour les branches végétatives on s'est contenté de noter pour l'ensemble le nombre de capsules dans chacune de ces catégories.

La récolte du coton graine des cotonniers présents sur ces tronçons de ligne s'est opérée comme suit par parcelle :

dans un premier temps on n'a récolté que le coton graine des capsules présentes sur les premières positions des premières branches fructifères jusqu'à la 15^{ième} (par groupe de 5 branches fructifères successives). Puis on a récolté séparément le coton graine porté par les branches végétatives et celui restant sur tous les plants examinés.

3.4.6 estimation des rendements

La production des 4 lignes centrales de chaque parcelle a été récoltée. A ces productions on a ajouté celles des cotonniers examinés précédemment pour estimer les rendements en coton graine de chaque parcelle.

3.5 analyse des résultats

Les modules du logiciel « STATITCF » ont été employés pour les analyses de variance et les transferts des données, enregistrées sur les tableurs QUATTRO PLUS ou EXCEL). Des transformations de variables ont été parfois nécessaires (au regard des valeurs obtenues pour les résidus : distribution, écarts types, etc) pour rendre possible les analyses de variance. Pour une interprétation plus simple des résultats des contrastes furent également utilisés (Tableau 2). Dans les tableaux, les résultats de ces contrastes sont présentés ainsi : + < (> ou =) - selon que la moyenne pondérée des objets affectés de coefficients de signe positif est inférieure (supérieure ou égale) à la moyenne pondérée des objets affectés de coefficients de signe négatif suivi de la signification en % du contraste.

Tableau 2 : coefficient des contrastes utilisés dans les analyses

contraste	programmes de protection				
	A	B	C	D	E
1	4	-1	-1	-1	-1
2	0	1	-1	1	-1

Le premier contraste permet d'apprécier les avantages ou les désavantages de l'ensemble des programmes d'interventions sur seuil par rapport au programme d'interventions calendaires. Le second contraste permet d'apprécier l'intérêt de réduire le seuil d'intervention contre les chenilles carpophages en début de campagne. N'ayant pu disposer d'alternative aux pyrèthrinoïdes, aucun autre contraste n'a été utilisé.

4 Résultats

Pendant toute la campagne à l'exception de 3 dates, le complexe des chenilles carpophages a été dominé par *Earias* sp (Tableau 3).

Tableau 3 : importance relative (en %) des espèces carpophages

	<i>H</i> <i>armigera</i>	<i>D</i> <i>watersi</i>	<i>Earias</i>
26-jul	0,0	0,0	100,0
02-août	0,0	0,0	100,0
09-août	0,0	22,2	77,8
16-août	10,5	52,6	36,8
23-août	0,0	50,0	50,0
30-août	33,3	28,6	38,1
06-sep	31,6	26,3	42,1
13-sep	26,1	30,4	43,5
20-sep	31,8	31,8	36,4
27-sep	15,4	11,5	73,1
04-oct	41,7	33,3	25,0
11-oct	0,0	75,0	25,0
campagne	18,5	34,6	46,9

Dans la dynamique de ces ravageurs, deux pics d'infestations sont observés (Figure 1) : le premier de la mi-août au début septembre au cours duquel les espèces *Earias* sp et *D. watersi* jouent des rôles comparables et le second en fin septembre dû uniquement à l'espèce *Earias* sp.

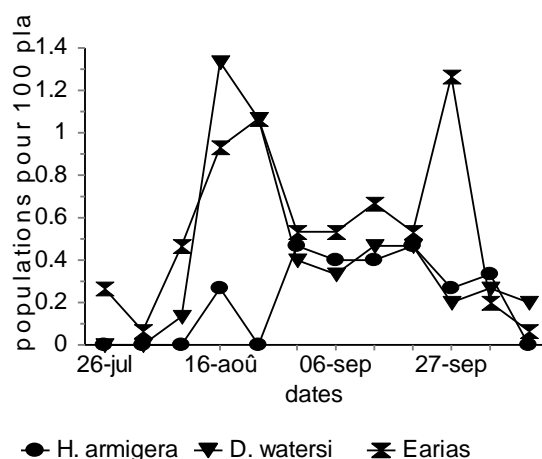


Figure 1 : dynamique moyenne des espèces carpophages

Mais les infestations moyennes cumulées de ces ravageurs sont demeurées très faibles au cours de toute la campagne (Figure 2) : inférieures à 3 chenilles pour 100 plants.

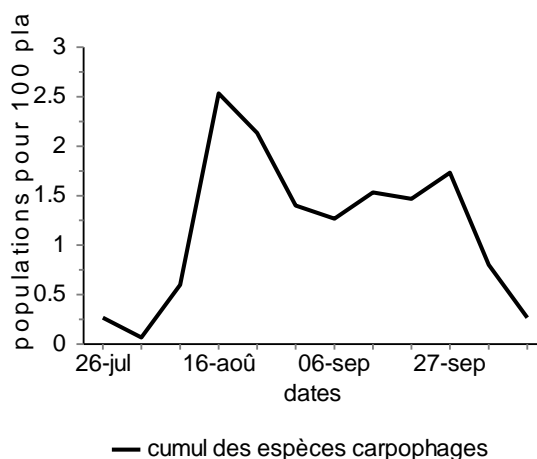


Figure 2 : dynamique moyenne du complexe des chenilles carpophages

En conséquence le seuil d'infestation de 5 chenilles pour 100 plants n'a jamais été atteint sur l'une des parcelles de l'essai et celui de 2 chenilles carpophages pour 25 plants n'a été atteint avant le 90^{ième} JAL (le 9 septembre) que sur 18 parcelles de cet essai (Tableau 3). Cependant seules six de ces parcelles appartenaient aux objets C et E et furent en conséquence traitées. L'une d'entre elles a d'ailleurs reçu deux applications (le 16 août et le 6 septembre) les autres n'ont reçu qu'une seule application insecticide.

Tableau 3 : nombre de parcelles ayant atteint un seuil d'infestation donné

	infestations pour 25 plants supérieures ou égales à	
	5	2
26-juil	0	0
02-aoû	0	0
09-aoû	0	0
16-aoû	0	6
23-aoû	0	5
30-aoû	0	2
06-sep	0	5
13-sep	0	3
20-sep	0	1
27-sep	0	7
04-oct	0	0
11-oct	0	0

Les infestations de jassides n'ont jamais été très sévères au cours de la campagne : taux de plants infestés toujours inférieur à 25 % (Figure 3) et population moyenne par feuille ne dépassant jamais 0,35 individus (Figure 4). Les infestations ont été croissantes de la mi juillet à la fin du mois d'août.

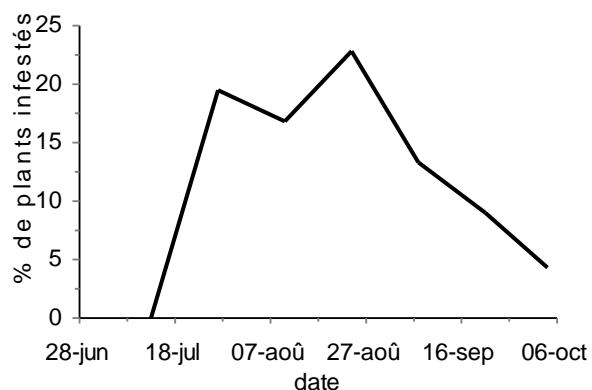


Figure 3 : dynamique moyenne des infestations de jassides (%de plants infestés)

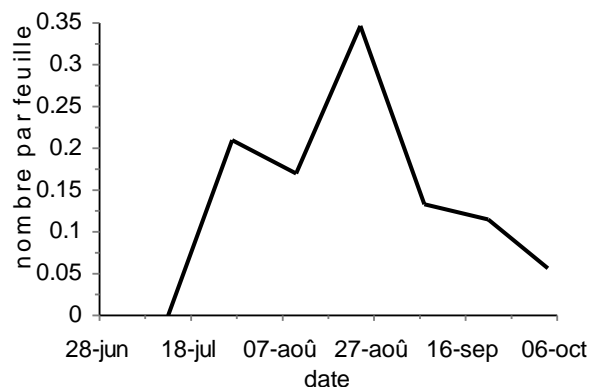


Figure 4 : dynamique moyenne des infestations de jassides (nombre d'individus par feuille)

Les infestations de mirides sont apparues un peu plus sévères à travers le taux de plants présentant des dégâts leur étant attribuables (Figure 5) et les grades moyens de dégât sur feuilles (Figure 6). Deux pics apparaissent : l'un vers la fin du mois de juillet et l'autre au début du mois de septembre.

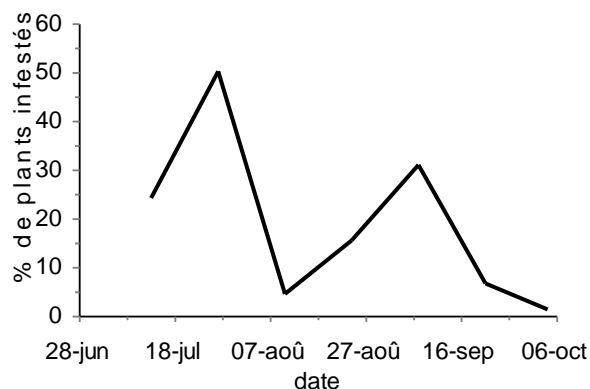


Figure 5 : dynamique moyenne des infestations de mirides (%de plants infestés)

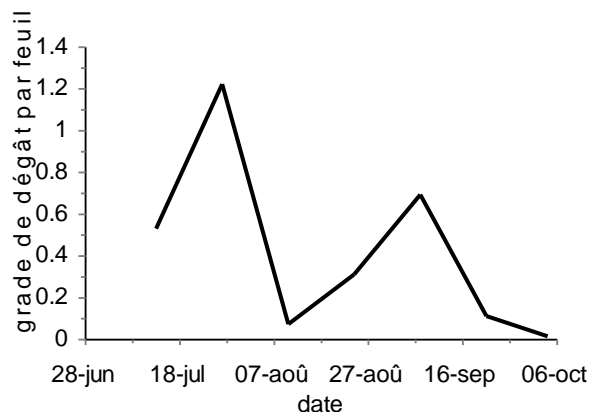


Figure 4 : dynamique moyenne des infestations de mirides (grade moyen de dégât par feuille)

Vis-à-vis de ces deux insectes piqueurs suceurs aucun des programmes de protection ne se différencie des autres (Tableau 4).

Tableau 4 : effets des programmes de protection
sur les infestations de jassides et de mirides

	jassides		mirides	
	% plants infestés	nombre par feuille	% plants avec dégâts	grade de dégât par feuille
A	12,1	0,1	20,0	0,5
B	12,9	0,2	17,4	0,4
C	11,1	0,1	19,8	0,4
D	11,9	0,1	20,5	0,4
E	13,3	0,2	18,5	0,4
F programme	0,86	1,16	1,02	0,72
Signification en %	49,8	34,0	40,6	58,4
Transformation	bliss		bliss	

Par contre une efficacité différente des programmes est apparue vis-à-vis des chenilles carpophages ou de leurs dégâts même si pour ces derniers la signification n'atteint jamais 5 %. Sur l'ensemble de la campagne le meilleur contrôle de ces ravageurs a été obtenu avec le programme de protection calendaire, les autres programmes ne se différenciant pas (Tableau 6). En ce qui concerne les abscissions d'organes fructifères attribuables à ces ravageurs, la supériorité du programme de protection calendaire par rapport aux programmes d'interventions sur seuil n'apparaît qu'à 10,5 % et les programmes d'interventions sur seuil de type 2 semblent meilleurs que ceux de type 1 à 8,6 % (Tableau 7). Cependant ces deux tendances apparaissent à des périodes différentes suivant les programmes de protection (Tableau 7) : avant la réalisation du 5^{ème} traitement calendaire pour l'avantage du programme calendaire (signification à 6,1 %) et après ce traitement pour les programmes d'interventions sur seuil de type 2 (signification à 5,0 %). Dans les abscissions non provoquées par les chenilles carpophages on doit souligner leur importance plus faible avant la réalisation du 5^{ème} traitement calendaire lorsque le programme de protection calendaire est appliqué (signification à 7,5 %).

Tableau 6 : effets des programmes de protection
sur les infestations de chenilles carpophages
(populations moyennes par observation pour 100 plants)

	<i>H</i> <i>armigera</i>	<i>D</i> <i>watersi</i>	<i>Earias</i>	cumul
A	0,11	0,25	0,33	0,69a
B	0,19	0,39	0,56	1,14ab
C	0,22	0,42	0,58	1,22ab
D	0,28	0,58	0,64	1,50b
E	0,28	0,39	0,64	1,31ab
F programme				2,68
Signification en %				4,3
contraste				
1				+<- 0,5
2				+>- 76,0

Tableau 7 : effets des programmes de protection
sur les abscissions d'organes fructifères (nombre pour 100 m²)

	abscissions d'organes fructifères					
	dues aux chenilles carpophages			non dues aux chenilles carpophages		
	avant le 20/09	après le 20/09	campagne	avant le 20/09	après le 20/09	campagne
A	303	189	492	2153	1176	3329
B	364	185	549	2325	1086	3411
C	367	157	524	2404	1158	3563
D	396	220	616	2508	1107	3616
E	341	183	524	2380	1126	3506
F programme	1,33	1,88	1,92	1,09	1,13	0,75
Signification en %	27,3	13,0	12,3	37,2	34,5	56,7
contraste						
1	+<- 6,1	+>- 90,5	+<- 10,5	+<- 7,5	+>- 14,5	+<- 19,5
2	+>- 39,3	+>- 5,0	+>- 8,6	+>- 84,0	+<- 19,4	+<- 87,1

Toutefois les effets des programmes de protection sur les abscissions ne se traduisent pas avant le 90^{ième} JAL sur les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère (Tableau 8) qui restent à un niveau très élevé : en moyenne 76,7 % pour les cinq premières branches fructifères et 90,2 % pour les cinq branches fructifères suivantes. Par contre à la récolte un avantage significatif apparaît pour le programme de protection calendaire par rapport aux programmes d'interventions sur seuil (Tableaux 8 et 9).

Tableau 8 : effets des programmes de protection
sur les taux de rétention des organes fructifères
situés en première position des branches fructifères 1 à 5

	taux de rétention en %			
	à différentes dates en JAL			à la
	45	65	90	récolte
A	99,7	98,1	78,3	59,0
B	98,8	98,3	77,7	55,1
C	99,6	98,3	75,4	53,3
D	99,1	99,0	76,3	47,2
E	99,4	98,7	75,7	54,3
F programme	NA	NA	0,18	2,38
Signification en %			94,6	6,6
contraste				
1			+> 73,4	+>- 3,7
2			+> 65,0	+<- 33,8

Tableau 9 : effets des programmes de protection sur les taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 6 à 10

	taux de rétention en %		
	à différentes dates en JAL		à la récolte
	65	90	
A	99,8	91,9	53,9a
B	100,0	90,4	40,7b
C	99,9	89,2	38,2b
D	100,0	89,2	41,9b
E	99,8	90,2	39,8b
Transformation		bliss	bliss
F programme	NA	0,44	5,63
Signification en %		78,0	0,1
contraste			
1		+>- 39,4	+>- 0,0
2		+<- 89,3	+>- 39,7

On ne note pas de différence entre les programmes de protection dans la répartition de la production à l'échelle du plant (Tableau 10). En moyenne sur l'ensemble de l'essai 64,3 % de la production provient des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 1 à 10. On ne note également pas d'effet des programmes de protection sur le poids moyen des capsules récoltées (Tableau 11). Par contre la supériorité du programme d'interventions calendaires sur les programmes d'interventions sur seuil est manifeste dans le taux de capsules entièrement saines et dans les rendements de coton graine à l'hectare (Tableau 11). Si on ne note pas en moyenne de différence en production entre les deux types de programmes d'interventions sur seuil (1741,5 kg/ha pour les programmes de type 1 et 1724,6 kg/ha pour les programmes de 2) on observe un léger gain de production pour les parcelles de ces programmes d'interventions qui ont reçu une protection insecticide par rapport à celles qui sont restées non traitées (1761,7 kg/ha contre 1729,0 kg/ha).

Tableau 10 : effets de programmes de protection sur la répartition de la production à l'échelle du plant

	part (en %) de production issue des branches				
	Fructifères			végétatives	
	premières positions des branches			autres positions	
	1 à 5	6 à 10	11 à 15		
A	41,5	24,5	3,9	22,1	8,0
B	34,6	26,3	4,1	23,3	11,8
C	40,3	26,3	3,4	20,4	9,5
D	37,9	25,8	5,7	23,8	6,8
E	37,9	26,5	5,8	21,6	8,2
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss
F programme		0,36	1,01	0,33	0,69
Signification en %		83,6	41,3	85,4	60,6
Contraste					
1	+>- 33,9	+<- 25,5	+<- 39,3	+<- 89,5	+<- 75,9
2	+<- 37,1	+<- 81,7	+>- 82,4	+>- 28,8	+>- 77,7

Tableau 11 : effets de programmes de protection sur la production et ses caractéristiques

	taux de capsules entièrement saines	rendement en kg/a	poids moyen capsulaire
A	93,3a	1883,5a	3,3
B	89,0b	1733,1b	3,3
C	89,9b	1722,0b	3,5
D	88,7b	1750,0b	3,3
E	87,9b	1727,2b	3,3
Transformation	bliss		
F programme	3,12	3,72	0,32
Signification en %	2,4	1,1	86,4
Contraste			
1	+>- 0,2	+>- 0,1	+<- 67,6
2	+>- 96,0	+<- 22,1	+<- 56,6

5 Conclusions et discussion

Sur la base d'un prix d'achat du coton graine de 200 F CFA par kg et d'un coût moyen de 5 000 F CFA/ha pour une intervention phytosanitaire, le programme d'interventions calendaires n'a procuré que 800 F CFA de plus à l'hectare que la moyenne des programmes d'interventions sur seuil (346 700 F CFA/ha contre 345 900 F CFA/ha). Même s'il fallait tenir compte d'une très légère perte en qualité (taux de capsules entièrement saines plus faible), les programmes d'interventions sur seuil se sont donc révélés plus intéressants. Pour les programmes d'interventions sur seuil, les deux types étudiés ne diffèrent que légèrement en rentabilité : 348 300 F CFA/ha pour les programmes de type 1 qui ne connurent aucune protection contre 343 400 F CFA/ha les programmes de type 2 qui connurent en moyenne 0,3 application. La réalisation d'applications insecticides (1,2 en moyenne sur les parcelles traitées devant recevoir le programme d'interventions sur seuil de type 2) n'a pas été pénalisante en rentabilité (gain de 346 500 F CFA/ha contre 342 400 F CFA/ha en moyenne pour l'ensemble des parcelles devant recevoir le programme d'intervention sur seuil de type 2 mais restées non traitées) mais, au regard de la protection de l'environnement et de la santé humaine, les programmes d'interventions sur seuil de type 1 pouvaient être préférés à l'issue de cette campagne. Les parcelles des objets B et D qui n'ont connu avant le 90^{ième} jour après la levée que des infestations inférieures à 2 chenilles pour 25 plants ont en moyenne produit 1781,2 kg/ha de coton graine alors que celles des mêmes objets qui connurent au moins une fois une infestation supérieure ou égale à 2 chenilles pour 25 plants n'ont produit que 1717,7 kg/ha de coton graine. La différence n'est certes significative qu'à 16,8 % mais le seuil de 2 chenilles carpophages pour 25 plants avant le 90^{ième} jour après la levée (donc les programmes d'interventions sur seuil de type 2) mériterait d'être expérimenté au Mali.

Les résultats de cette campagne ont été obtenus dans des conditions particulières caractérisées par : une pression faible des chenilles carpophages, une pluviométrie dans l'ensemble favorable à la culture cotonnière et des potentialités de culture satisfaisantes. Il conviendrait donc de confirmer ces résultats, en particulier la bonne adaptation du seuil de 2 chenilles carpophages pour 25 plants avant le 90^{ième} JAL, dans d'autres conditions. Seule une multiplicité d'expérimentations délocalisées le permettra.

ETUDE DE NOUVEAUX ITINERAIRES TECHNIQUES DE CONDUITE DE LA CULTURE COTONNIERE AU MALI (RESULTATS PHYTOSANITAIRES)

1 Matériel et méthodes

1.1 modalités comparées et dispositif statistique

Cette étude qui a été conduite sur 5 sites (Sotuba, N'Tarla, Finkolo, Farako et Kébila) reposait sur la réalisation de 7 essais (trois avec des semis précoces et 4 avec des semis tardifs) utilisant des dispositifs en blocs de Fisher à 4 répétitions et des parcelles élémentaires de 192 m². Chaque essai a fait l'objet d'un tirage aléatoire particulier pour permettre des analyses de regroupement par date de semis. Dans chaque essai, deux nouveaux itinéraires techniques de conduite de la culture cotonnière (nommés ITK DES119 et ITK NTA 88-6) qui au sein d'un même essai ne différaient que par la variété utilisée (DS 119 ou NTA 88 6) étaient toujours comparés à l'itinéraire technique de conduite de la culture cotonnière vulgarisé pour la date de semis retenue (nommé ITK témoin).

Pour les semis précoces le nouvel itinéraire technique associait : 1 une application de glyphosate (Round –Up 720 g m.a. par ha avant semis en fonction de l'enherbement de la parcelle, 2 un passage de coutrier en sec, 3 une densité de plantation 16,7 plants/m² (0.6 m x 0.1 m x 1 plant par poquet), 4 un semis au semoir dès que possible (après une forte pluie), 5 des semences délintées protégées par du CRUISER 350 SL (à 300 ml pour 100 kg de semences soit 1,05 pour 1000 en matière active), 6 une application d'un herbicide de prélevée, 7 des sarclages à la demande par objet (si la cotation d'enherbement selon la grille de Marnotte dépasse en moyenne 4 sur les 4 parcelles d'un objet ou si elle atteint 5 sur une seule de ses parcelles), 8 un démariage à 1 plant par poquet, 9 une application au démariage de 200 kg/ha de complexe type 22 13 12 (ou 200 kg/ha complexe coton 14 18 18 plus 35 kg/ha d'urée), 10 des traitements insecticides calendaires tous les 14 jours à partir de 45^{ième} JAL (les deux premières avec de l'endosulfan à 500 g/ha et les trois suivantes avec une association pyrèthrinioïde-organophosphoré), 11 la réalisation d'une 6^{ième} application insecticide en fonction du développement végétatif et fructifère de la culture, 12 un buttage au 45^{ième} JAL et 13 des applications d'un régulateur de croissance du cotonnier (le chlorure de mépiquat de la formulation PIX) au 45^{ième}, 59^{ième} et 73^{ième} JAL dont les doses pour les deux premières dates ont varié en fonction de la fertilité du terrain (200 ml/ha si le terrain était jugé peu fertile et 300 ml/ha dans le cas contraire), l'application du régulateur de croissance à la dernière date étant conditionnée par les caractéristiques pluviométriques de l'année (pas de réalisation si l'année est jugée sèche) et sa dose d'utilisation étant également fonction de la fertilité du terrain (300 ml/ha si le terrain est peu fertile et 400 ml/ha dans le cas contraire).

L'itinéraire technique pour des semis précoces qui lui était comparé comprenait : 1 un labour à la première forte pluie, puis semis dès que possible, 2 une densité de plantation de 8,3 plants/m² (0.8 m x 0.3 m x 2 plants par poquets), 3 des semences non délintées protégées par du furadan, 4 une application herbicide de prélevée, 5 des sarclage à dates fixes au 30^{ième}, 45^{ième} et 60^{ième} JAL (le dernier sarclage étant réalisé si nécessaire), 6 un démariage à deux plants par poquet, 7 l'application de 200 kg de complexe coton au démariage et de 50 kg d'urée au buttage, 8 six applications insecticides à 14 jours d'intervalle à partir du 45^{ième} JAL (les deux premières avec de l'endosulfan à 500 g/ha et les suivantes avec une association pyrèthrinioïde organo-phosphoré) et 9 un buttage au 45^{ième} JAL.

Le nouvel itinéraire technique pour les dates de semis tardives comprenait : 1 un labour début juillet avec une charrue tirée par un attelage après l'application de glyphosate (Round

–Up 720 g m.a. par ha) si nécessaire, 2 un semis réalisé dès que possible au semoir avec des semences délintées traitées au CRUISER 350 SL (à 300 ml pour 100 kg de semences soit 1,05 pour 1000 en matière active) et respectant la densité de plantation de 16,7 plants/m² (0,6 m x 0,1 m x 1 plant par poquet), 3 une application d'un herbicide de prélevée, 4 des sarclages à la demande par objet (si la cotation d'enherbement selon la grille de Marnotte dépasse en moyenne 4 sur les 4 parcelles d'un objet ou si elle atteint 5 sur une seule de ses parcelles), 5 un démariage à 1 plant par poquet, 6 une application au démariage de 100 kg/ha de complexe type 22 13 12 (ou 100 kg/ha complexe coton 14 18 18 plus 20 kg/ha d'urée), 7 des traitements insecticides calendaires tous les 10 jours à partir du 40^{ième} JAL (les deux premiers utilisant l'endosulfan à 500 g/ha et les 2 ou 3 derniers une association pyréthrianoïde organophosphoré), 8 un buttage au 45^{ième} JAL et 9 deux applications d'un régulateur de croissance du cotonnier (le chlorure de mépiquat de la formulation PIX) au 45^{ième} et 59^{ième} JAL dont les doses ont varié en fonction de la fertilité du terrain (200 ml/ha si le terrain était jugé peu fertile et 300 ml/ha dans le cas contraire).

L'itinéraire qui était comparé à ce nouvel itinéraire pour semis tardif lui différait par : 1 l'utilisation de semences non délintées traitées au furadan, 2 la densité de plantation qui était de 8,3 plants par m² (0,8 m x 0,3 m x 2 plants par poquets), 3 la réalisation de sarclages à dates fixes (aux 30^{ième}, 45^{ième} et 60^{ième} jours après la levée, le dernier n'étant effectué que si nécessaire), 4 un démariage à 2 plants par poquet, 6 l'application de 150 kg/ha d'engrais complet et 5 la réalisation de 6 applications à 14 jours d'intervalle à partir du 40^{ième} JAL (les deux premiers traitement utilisant l'endosulfan à 500 g/ha et les suivants une association pyréthrianoïde organophosphoré).

1.2 observations phytosanitaires

1.2.1 dégâts de pucerons et de jassides en début de campagne

Au 30^{ième} et au 45^{ième} JAL, on a dénombré les plants présentant des dégâts de pucerons (fortes colonies et feuilles gaufrées) et des dégâts de jassides (bords des limbes rouges) en examinant 100 plants par parcelle (50 plants et 2 lignes).

1.2.2 présence des chenilles exocarpiques

Avant la réalisation de chaque traitement, on a dénombré sur 20 plants par parcelle pris sur 2 lignes les chenilles carpophages présentes sans distinction des espèces. En raison d'une fréquence d'intervention différente entre les nouveaux itinéraires et le témoin dans le cas des semis tardifs et de la réalisation conditionnelle du dernier traitement dans les nouveaux itinéraires, les analyses ont porté sur les populations moyennes par observation.

1.2.3 aleurodes, jassides, mirides

Tous les 14 jours à partir du 20 juillet on a dénombré les jassides et les aleurodes présents sur la 5^{ème} feuille terminale (à partir du sommet du plant) de 20 cotonniers et on a attribué à chacune des feuilles examinées une note pour les dégâts de mirides qu'elle portait (échelle de Coacker).

1.2.4 analyse sanitaire à la récolte

Sur 20 plants par parcelle, on a dénombré à la récolte les capsules portées en distinguant les catégories habituelles : capsules entièrement saines, capsules partiellement saines, capsules momifiées et capsules pourries.

2 Analyse des résultats

Les modules du logiciel « STATITCF » ont été employés pour les transferts des données enregistrées sur les tableurs (QUATTRO PLUS ou EXCEL) et les analyses de variance. Des transformations de variables ont été parfois nécessaires (au regard des valeurs obtenues pour les résidus : distribution, écarts types, etc) pour rendre possible les analyses de variance.

3 Résultats

Les données de l'étude semée tardivement à Sotuba n'ont pas été exploitées en raison d'une mauvaise réalisation (très forte hétérogénéité, engorgement de la parcelle et objectifs de densité non atteints).

Au 30^{ième} et au 45^{ième} jour après la levée, très peu de plants ont présenté des dégâts de pucerons ou de jassides (Tableau 2). Toutefois on doit souligner que ces dégâts ont été plus fréquents sur les semis tardifs que sur les semis précoces.

Tableau 2 : moyenne par essai des % de plants présentant à deux dates des dégâts de pucerons ou de jassides

		% de plants ayant des dégâts de			
		pucerons	jassides	pucerons	jassides
		au 30 JAL	au 30 JAL	au 45 JAL	au 45 JAL
Finkolo	précoce	0,00	0,00	0,00	0,00
N'tarla	précoce	0,00	0,00	0,00	0,00
Sotuba	précoce	0,63	0,13	1,12	0,19
Farako	tardif	0,00	0,00	0,00	0,00
N'tarla	tardif	1,63	0,00	0,00	0,00
Kébila	Tardif	5,63	3,69	3,25	3,31

Dans les annexes 1 à 6 sont présentées les dynamiques des différents ravageurs au niveau de chaque essai. Les infestations de chenilles carpophages ont été extrêmement faibles sur les semis précoces quelle que soit la localité (Tableau 3). Au regard des niveaux moyens d'infestation par observation (Tableau 3), seules les chenilles carpophages dans les études avec des semis tardifs ont pu avoir une incidence sur la production. A un moindre degré celles de jassides présentent les mêmes caractéristiques. Pour les aleurodes, l'effet de la date de semis semble également important et les régions de Koutiala et de Bamako apparaissent les plus infestées. Les mirides sont absents de la région de Koutiala et on ne note pas de grandes différences entre les deux dates de semis dans les infestations de ces ravageurs ou les dégâts qu'ils provoquent.

Tableau 3 : moyenne par essai et par observation des infestations de ravageurs

		moyenne par observation					
		Jassides	jassides	aleurodes	aleurodes	mirides	mirides
		% plants infestés	nombre par feuille	% plants infestés	nombre par feuille	% plants infestés	grade de dégât par feuille
Finkolo	précoce	8,3	0,1	15,3	0,3	8,9	0,1
N'tarla	précoce	0,5	0,0	18,3	1,9	0,0	0,0
Sotuba	précoce	3,8	0,1	51,1	5,2	51,3	0,8
Farako	tardif	9,5	0,1	15,9	0,3	8,2	0,1
N'tarla	tardif	0,7	0,0	66,7	11,5	0,0	0,0
Kébila	tardif	15,5	0,3	40,3	3,3	6,7	0,1
							chenilles carpophages pour 100 plants
							0,5
							0,3
							1,5
							6,3
							2,4
							4,8

Dégâts de pucerons et de jassides en début de campagne

Au 30^{ième} JAL, on observe uniquement pour les semis tardifs une importance plus faible des dégâts de pucerons en faveur des nouveaux itinéraires techniques sans qu'elle soit significative (Tableau 4). Pour les semis précoce aucune tendance n'apparaît (Tableau 4). A cette même date, aucun effet des itinéraires techniques n'est observé dans les taux de plants présentant des dégâts de jassides (Tableau 5).

Tableau 4 : taux de plants présentant des dégâts de pucerons
au 30^{ième} JAL

	Sotuba précoce	Kébila Tardif	N'tarla tardif
ITK DES 119	1,5	5,0	0,0
ITK NTA 88 6	0,3	3,0	1,0
ITK témoin	0,4	7,3	2,8
F itinéraires	4,64	2,45	2,17
Signification en %	6,1	16,7	19,4
Transformation	bliss	Bliss	bliss

Tableau 5 : taux de plants présentant des dégâts de jassides
au 30^{ième} JAL

	Kébila Tardif
ITK DES 119	1,5
ITK NTA 88 6	4,3
ITK témoin	4,5
F itinéraires	2,18
Signification en %	19,4
transformation	Bliss
F interaction	
Signification en %	

Au 45^{ième} JAL, aucun effet significatif n'est observé dans les taux de plants présentant des dégâts de pucerons (Tableau 6) ou de jassides (Tableau 7).

Tableau 6 : taux de plants présentant des dégâts de pucerons
au 45^{ième} JAL

	Sotuba précoce	Kébila tardif
ITK DES 119	0,8	2,8
ITK NTA 88 6	1,3	1,3
ITK témoin	1,2	4,5
F itinéraires	0,54	1,84
Signification en %	61,3	23,8
transformation	bliss	bliss

Tableau 7 : taux de plants présentant des dégâts de jassides
au 45^{ième} JAL

	Sotuba précoce	Kébila tardif
ITK DES 119	0,3	1,8
ITK NTA 88 6	0,5	3,0
ITK témoin	0,0	4,3
F itinéraires	1,00	3,61
Signification en %	42,4	9,3
Transformation	bliss	bliss

Infestations moyennes de jassides en cours de campagne

Dans les taux moyens de plants infestés par jassides aucun effet des itinéraires techniques n'apparaît (Tableau 8). De même, à l'exception de l'essai précoce conduit à Sotuba, aucune différence statistiquement significative n'apparaît entre les itinéraires techniques dans les infestations moyennes de jassides par feuille au cours de la campagne (Tableau 9). A Sotuba ce sont les nouveaux itinéraires qui présentent significativement les plus faibles niveaux d'infestations.

Tableau 8 : effets des différents itinéraires techniques
sur les taux moyens au cours de la campagne
de plants infestés par jassides

	Finkolo précoce	N'tarla précoce	Sotuba précoce	Farako tardif	Kébila tardif	N'tarla tardif
ITK DES 119	7,3	0,4	2,7	10,0	12,3	1,3
ITK NTA 88 6	8,1	0,5	1,3	9,7	11,8	0,5
ITK témoin	8,9	0,5	5,6	9,1	19,0	0,5
F itinéraires	0,34	0,06	3,62	0,06	2,89	1,80
Signification en %	72,4	94,7	9,26	93,8	13,2	24,4
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	Bliss	bliss

Tableau 9 : effets des différents itinéraires techniques
sur les nombres moyens cours de la campagne
de jassides par feuille

	Finkolo précoce	N'tarla précoce	Sotuba précoce	Farako tardif	Kébila tardif	N'tarla tardif
ITK DES 119	0,08	0,02	0,03 a	0,15	0,17	0,01
ITK NTA 88 6	0,09	0,01	0,02 a	0,14	0,18	0,01
ITK témoin	0,11	0,01	0,07 b	0,15	0,37	0,01
F itinéraires	0,58	0,07	11,92	0,06	4,64	0,84
Signification en %	59,4	93,5	0,9	94,6	6,1	47,9

Infestations moyennes d'aleurodes au cours de la campagne

Qu'il s'agisse du taux moyen de plants infestés par aleurodes ou du nombre moyen d'aleurodes par feuille, on observe une inversion des résultats entre N'Tarla et Sotuba (Tableaux 10 et 11). Dans le premier site les nouveaux itinéraires techniques présentent des infestations significativement plus faibles quelle que soit la date de semis, l'inverse étant observé à Sotuba pour un semis précoce.

Tableau 10 : effets des différents itinéraires techniques sur les taux moyens au cours de la campagne de plants infestés par aleurodes

	Finkolo précoce	N'tarla précoce	Sotuba précoce	Farako tardif	Kébila tardif	N'tarla tardif
ITK DES 119	12,2	16,8 a	59,0 c	17,8	41,5	56,8 a
ITK NTA 88 6	15,9	13,8 a	53,8 b	13,6	37,3	59,5 a
ITK témoin	16,6	21,3 b	45,8 a	16,1	41,3	75,3 b
F itinéraires	0,80	13,33	23,45	0,60	0,99	16,19
Signification en %	49,6	0,7	0,2	58,1	42,6	0,4
transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Tableau 11 : effets des différents itinéraires techniques sur les nombres moyens cours de la campagne d'aleurodes par feuille

	Finkolo précoce	N'tarla précoce	Sotuba précoce	Farako tardif	Kébila tardif	N'tarla tardif
ITK DES 119	0.21	1.62	6.28	0.30	2.61	9.51 a
ITK NTA 88 6	0.30	1.13	5.36	0.24	2.92	8.48 a
ITK témoin	0.28	2.37	4.53	0.25	3.91	14.05 a
F itinéraires	0,56	1,77	3,06	0,58	2,58	6,76
Signification en %	60,2	24,8	12,1	59,1	15,5	3,0

Infestations moyennes de mirides au cours de la campagne

En dehors de l'essai semé précocement à Sotuba, aucune différence statistiquement significative n'apparaît entre les itinéraires techniques dans le taux moyen de plants présentant des dégâts de mirides (Tableau 12) et dans le grade moyen de dégât du à ces ravageurs sur la 5^{ème} feuille terminale (Tableau 13). Dans l'essai semé précocement à Sotuba, où les pressions ont été les plus fortes, un moins bon comportement des nouveaux itinéraires techniques est mis en évidence.

Tableau 12 : effets des itinéraires techniques sur le taux moyen au cours de la campagne de plants ayant des dégâts de mirides

	Finkolo précoce	Sotuba précoce	Farako tardif	Kébila tardif
ITK DES 119	8,9	57,5 b	7,5	4,5
ITK NTA 88 9	9,1	56,9 b	9,2	6,3
ITK témoin	8,8	45,4 a	8,1	8,0
F itinéraires	0,03	8,80	0,37	2,02
Signification en %	97,6	1,7	70,9	21,3
transformation	bliss	bliss	bliss	bliss

Tableau 13 : effets des itinéraires techniques sur le grade moyen au cours de la campagne de dégâts de mirides au niveau de la 5^{ème} feuille terminale

	Finkolo Précoce	Sotuba précoce	Farako tardif	Kébila Tardif
ITK DES 119	0,15	1,01 b	0,12	0,06
ITK NTA 88 6	0,14	0,93 b	0,16	0,09
ITK témoin	0,13	0,65 a	0,12	0,13
F itinéraires	0,35	11,58	1,07	2,39
Signification en %	71,9	0,9	40,1	17,2

Infestations de chenilles carpophages

Comme pour les aleurodes, on note des comportements relatifs différents des itinéraires techniques vis-à-vis des chenilles carpophages en fonction des localités. A Sotuba les nouveaux itinéraires techniques procureraient le moins bon contrôle de ces ravageurs et cela de manière significative pour le semis précoce. A Farako et à Kébila avec des semis tardifs l'inverse est observé de manière significative (Tableau 14).

Tableau 14 : effets des itinéraires techniques sur les infestations de chenilles carpophages (population moyenne au cours de la campagne pour 100 plants)

	Finkolo précoce	N'tarla Précoce	Sotuba précoce	Farako tardif	Kébila tardif	N'tarla tardif
ITK DES 119	0,4	0,2	3,3 b	3,8 a	2,5 a	2,3
ITK NTA 88 6	0,4	0,0	2,3 b	3,4 a	3,3 a	4,5
ITK témoin	0,6	0,4	0,3 a	9,0 b	6,8 b	1,5
F itinéraires	0,20	NA	10,16	12,03	7,64	0,78
Signification en %	82,4		1,2	0,9	2,3	50,3
Transformation			log			

Taux de capsules entièrement saines

Dans les taux de capsules entièrement saines à la récolte, on note des effets différents des nouveaux itinéraires techniques en fonction de la date de semis (Tableau 15). A Finkolo ils se sont avérés moins performants que l'itinéraire technique témoin. Avec des semis tardifs, les nouveaux itinéraires techniques ont toujours amélioré le taux de capsules entièrement saines quelle que soit la localité, mais de manière significative qu'à Farako.

Tableau 15 : effets des itinéraires techniques sur les taux 'en %) de capsules entièrement saines à la récolte

	Finkolo précoce	N'tarla précoce	Sotuba précoce	Farako tardif	N'tarla tardif
ITK DES 119	89,6 b	74,4	83,4	68,3 a	67,2
ITK NTA 88 6	86,0 b	73,0	88,4	58,6 a	72,9
ITK témoin	97,1 a	71,2	82,6	52,3 b	58,0
F itinéraires	8,80	0,05	2,95	6,63	2,80
Signification en %	1,7	95,5	12,8	3,1	13,8
transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

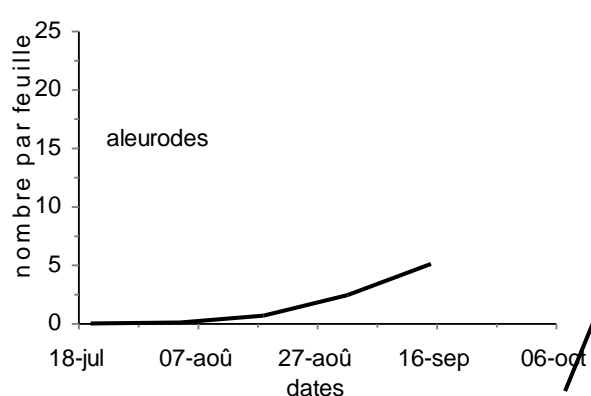
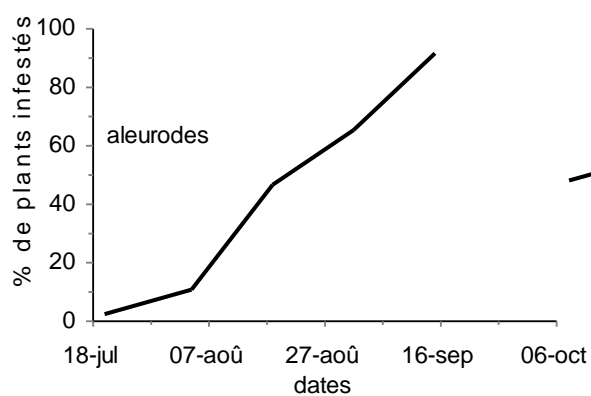
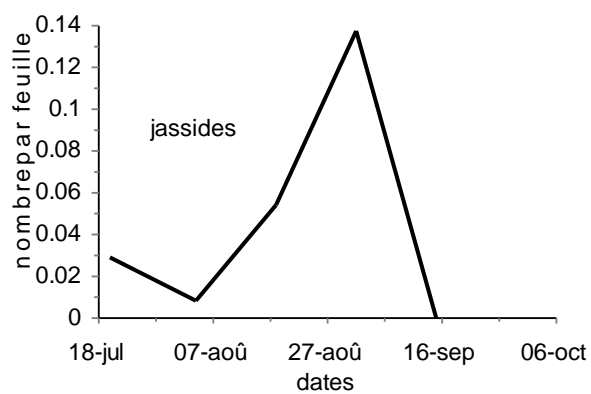
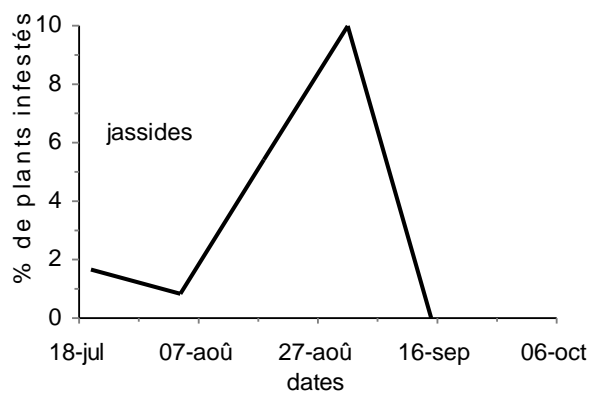
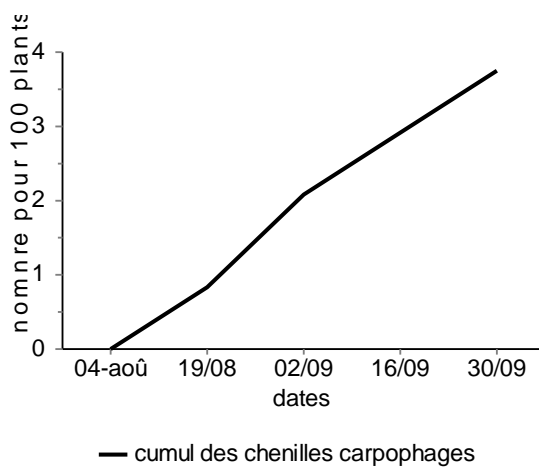
4 Conclusions

Globalement on note très peu d'effets significatifs des itinéraires techniques sur les infestations de ravageurs. Les faibles niveaux d'infestations de cette campagne, liés ou non aux protections insecticides assurées, en sont probablement responsables. Par ailleurs lorsque des effets positifs des nouveaux itinéraires techniques se manifestent ils concernent plus souvent les essais semés tardivement et les effets négatifs sont plus souvent observés au sein des essais semés précocement. L'origine de ces comportements différents en fonction des dates de semis pourrait provenir de l'existence ou non d'une différence dans les dates réelles de semis entre ces itinéraires et l'itinéraire technique témoin au sein de chaque essai. L'attractivité d'une culture par rapport à certains ravageurs peut en effet dépendre de son stade de développement : cas des chenilles carpophages qui sont plus facilement attirées par les cotonniers en début de floraison ou des aleurodes par des cotonniers en fin de cycle. Or dans les essais qui devaient être semés précocement une différence en faveur des nouveaux itinéraires est toujours apparue (de 17 jours plus précoces à Sotuba, de 11 jours à Finkolo et de 2 jours seulement à N'Tarla) alors que dans des conditions de semis tardives les dates de semis ont été identiques pour tous les itinéraires techniques.

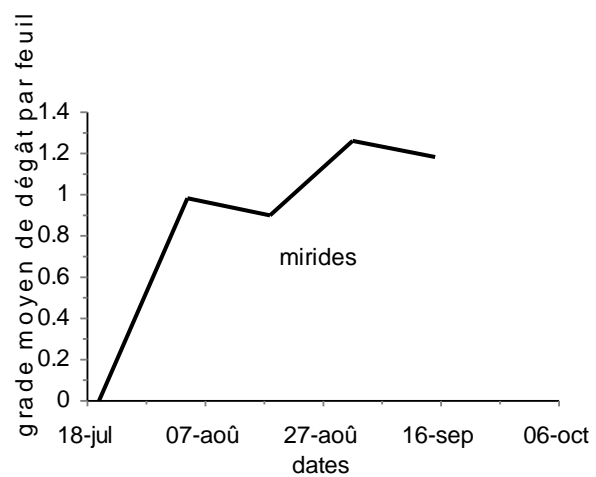
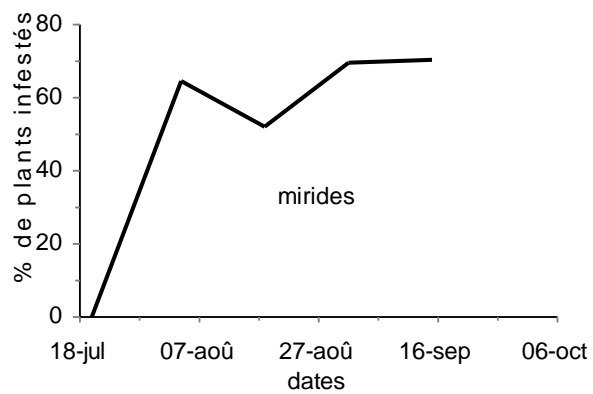
Le résultat positif le plus intéressant est l'amélioration du taux de capsules entièrement saines avec les nouveaux itinéraires techniques surtout pour les semis tardifs. Il provient peut être d'infestations plus faibles en chenilles carpophages mais il est plus probable que l'élaboration plus précoce de la production grâce aux nouveaux itinéraires techniques pour semis tardifs, permet à celle-ci d'échapper aux dommages causés par ces ravageurs en fin de campagne.

Il ne peut être question sur la base de ces seuls résultats d'envisager des perspectives concernant les nouveaux itinéraires techniques même si l'intérêt qu'ils présentent sur le plan phytosanitaire est manifeste en conditions de semis tardif. Par contre sur le plan méthodologique, il ne semble pas très utile d'effectuer en cours de campagne des observations comparatives sur les niveaux d'infestations par certains ravageurs en fonction du mode de conduite de la culture dans la mesure où des écarts importants dans les dates de levée peuvent exister entre les modes de conduite de la culture. Dans cette approche comparative, des bilans en fin de campagne (analyse sanitaire, taux de rétention, etc) pourraient probablement suffire même si la caractérisation des conditions parasitaires dans lesquelles ils ont été obtenus reste nécessaire.

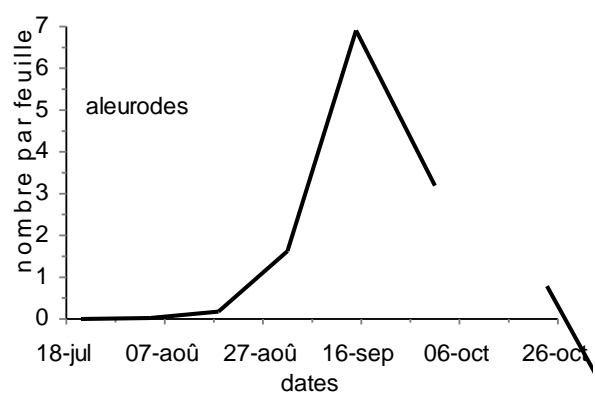
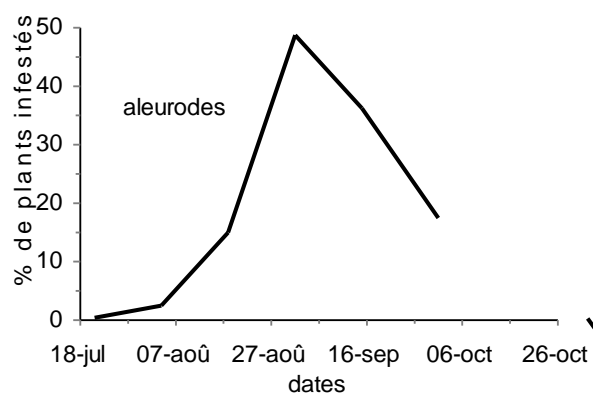
annexe 1
dynamiques des infestations de ravageurs à Sotuba semis précoce



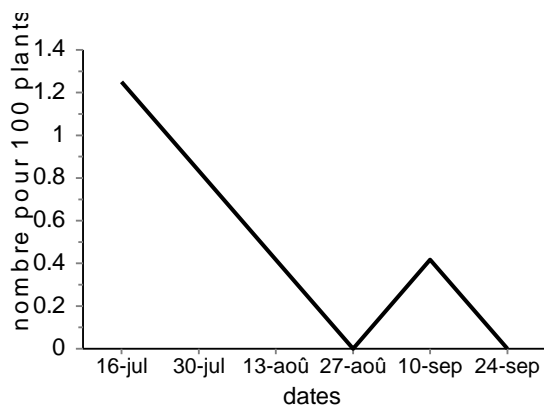
annexe 1 bis



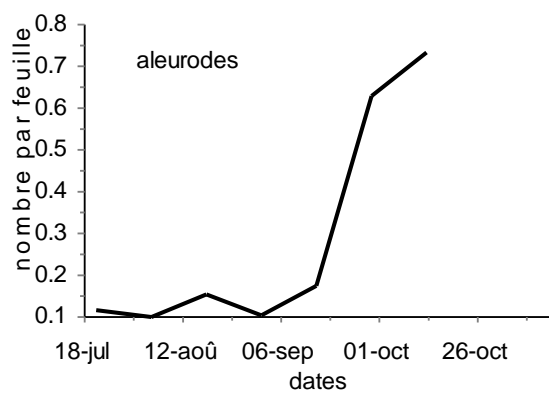
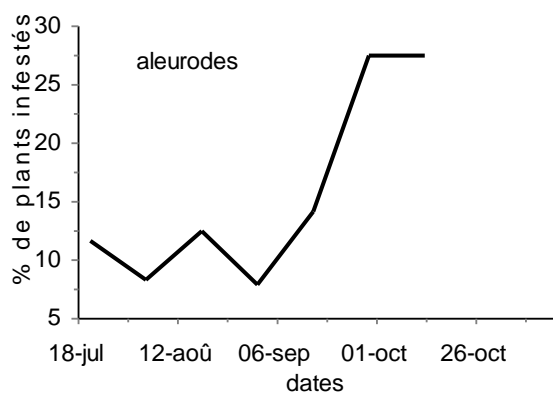
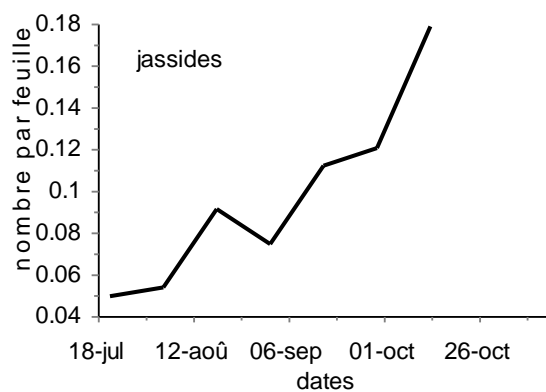
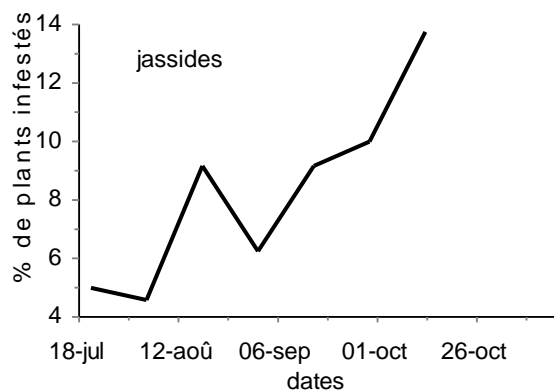
annexe 2
dynamiques des infestations de ravageurs à N'Tarla semis précoce



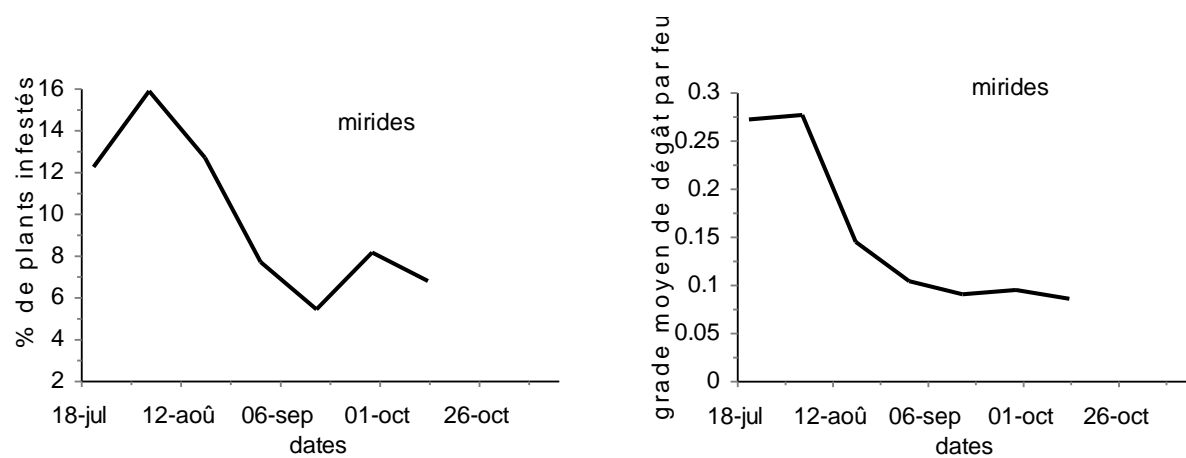
annexe 3
dynamiques des infestations de ravageurs à Finkolo semis précoce



— cumul chenilles carpophages

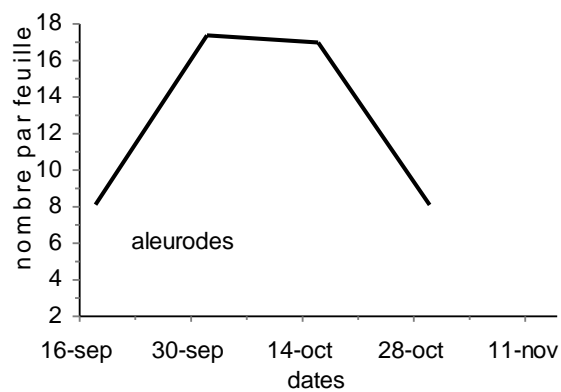
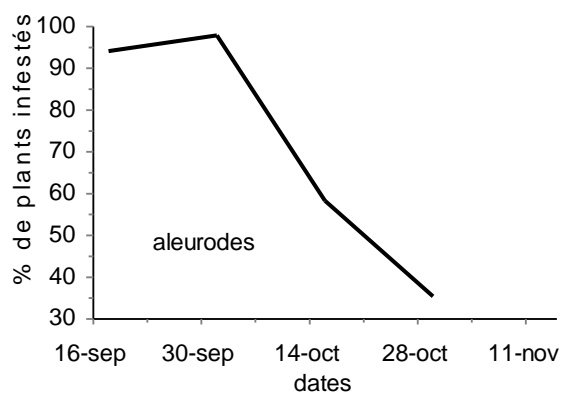
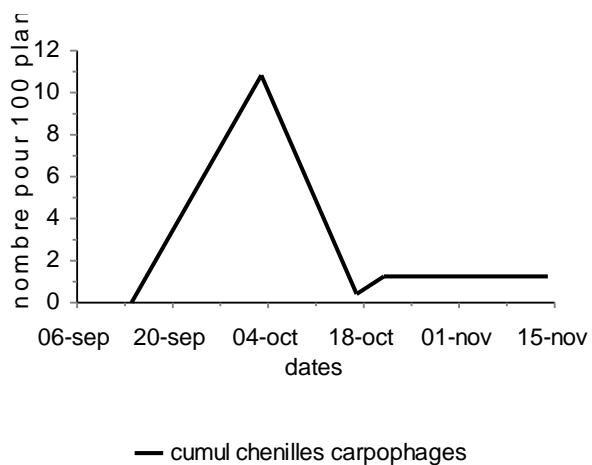


annexe 3 bis

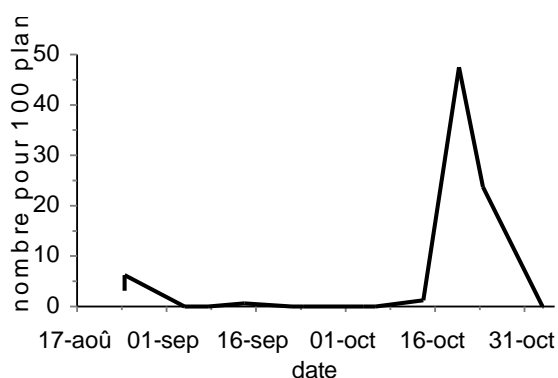


annexe 4

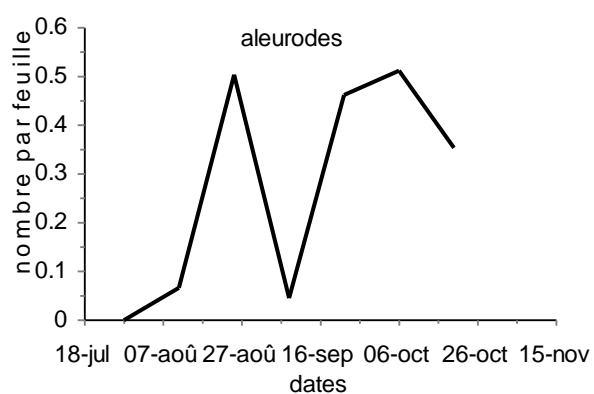
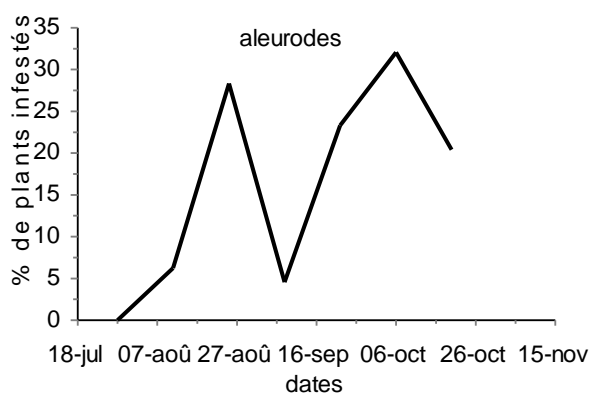
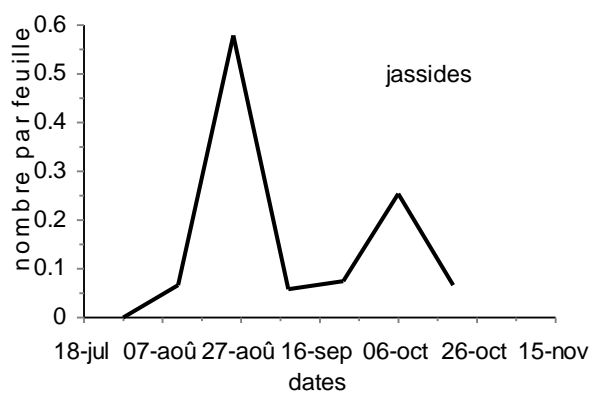
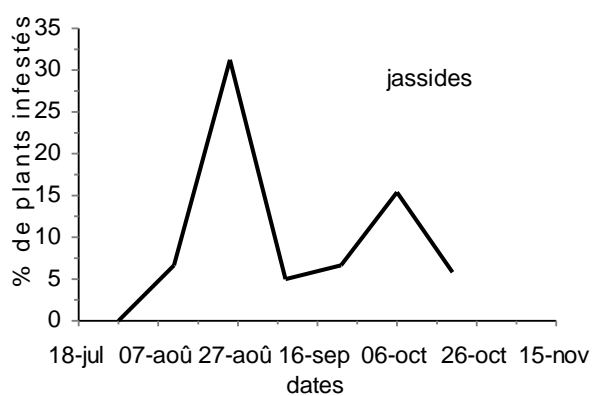
dynamiques des infestations de ravageurs à N'Tarla semis tardif



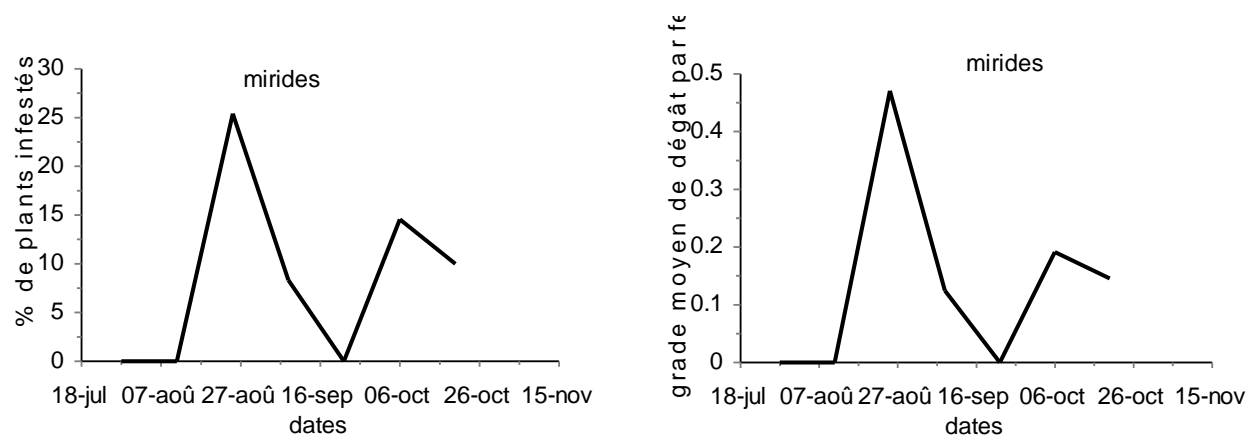
dynamiques des infestations de ravageurs à Farako semis tardif



— cumul des chenilles carophages

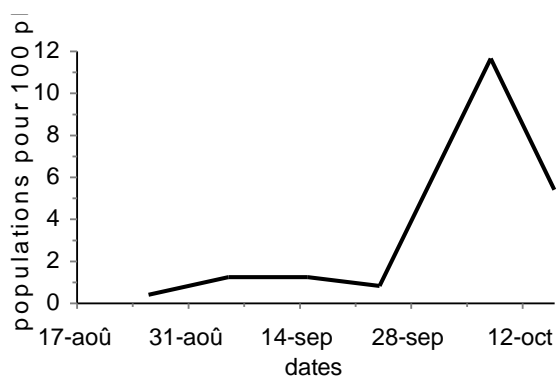


annexe 5 bis

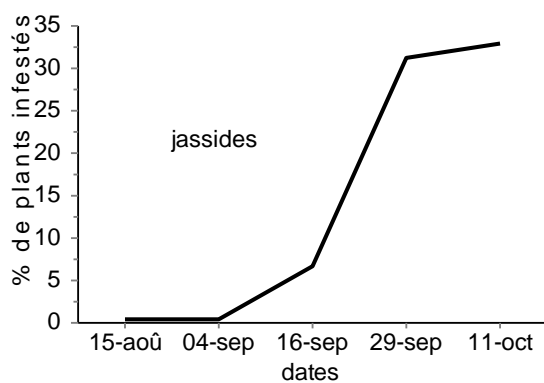


annexe 6

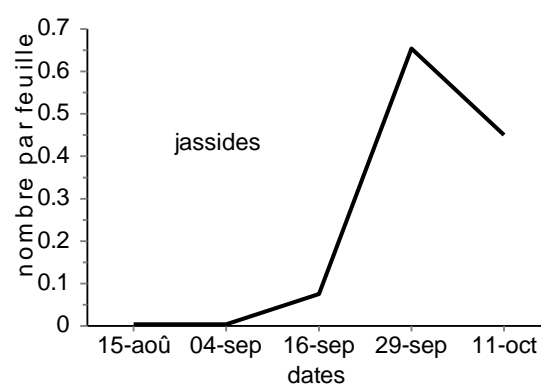
dynamiques des infestations de ravageurs à Kébila semis tardif



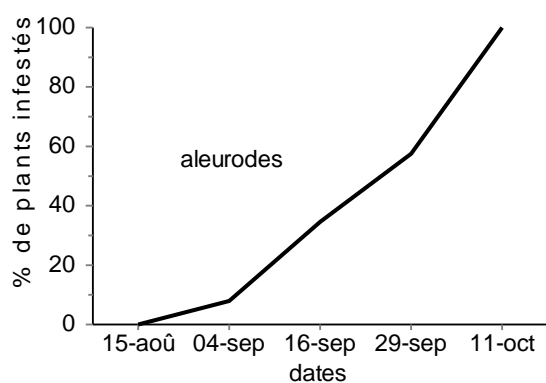
— cumul chenilles carpophages



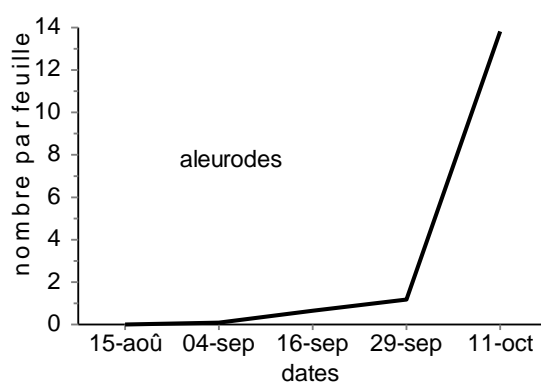
— jassides



— jassides

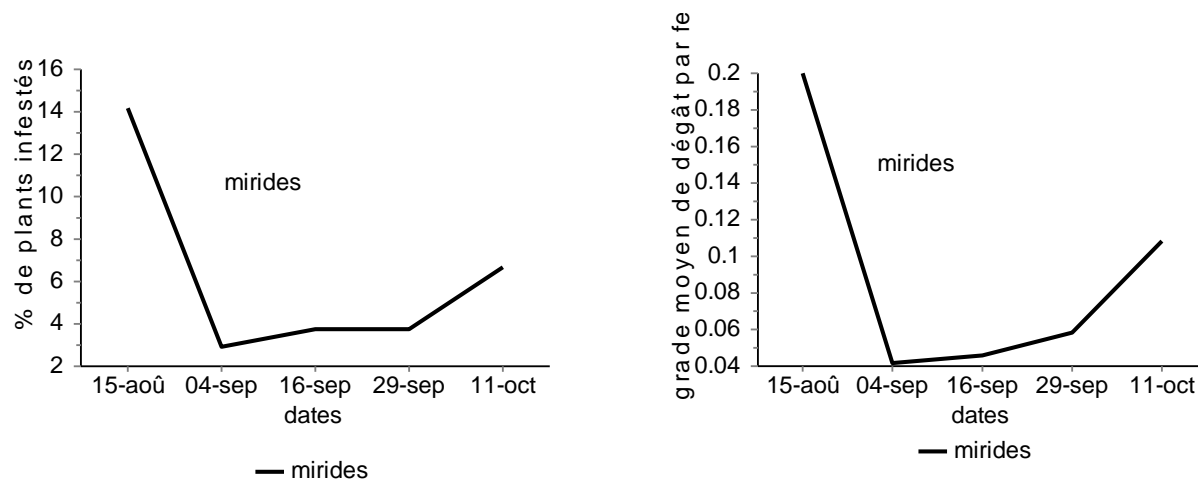


— aleurodes



— aleurodes

annexe 6 bis



**DEFINITION RAISONNE D'UN PROGRAMME DE PROTECTION
ADAPTE AUX FORTES DENSITES DE PLANTATION AU MALI**

1 justification

Au cours des campagnes 2001 et 2002, en fonction des dates de semis, jusqu'à plus de 90 % la production de coton-graine des fortes densités de plantation (16,67 plants / m²) étaient issus des premières positions des cinq premières branches fructifères. Une protection phytosanitaire des cultures à forte densité de plantation limitée à la protection de ces cinq organes fructifères par plant méritait d'être étudiée car elle engendrerait des économies pour l'agriculteur mais surtout réduirait les impacts néfastes de l'utilisation de pesticides sur l'environnement et la santé humaine.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude a été d'examiner dans quelles mesures une réduction de la protection phytosanitaire peut être envisagée pour les fortes densités de plantation. Le second objectif fut de préciser le niveau de réduction possible de la protection phytosanitaire avec de fortes densités de plantation. Enfin, le troisième objectif a été de définir le type de protection phytosanitaire le mieux adapté à cette réduction.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Avec une très forte densité de plantation (16,67 plants / m² obtenus par la géométrie suivante : 0,4 m x 0,3 m x 2 plants par poquets) six programmes de protection (Tableau 1) ont été comparés au programme de protection actuellement recommandé par le Développement.

Tableau 1 : programmes de protection comparés

	traitement semences	dates des interventions foliaires en jours après la levée					
A programme recommandé	Non	45	59	73	87	101	115
B programme réduit	Non	45	59				
C programme réduit	Non	45	59	73			
D programme réduit	Non	45	59	73	87		
E programme réduit	Oui	45	59				
F programme réduit	Oui	45	59	73			
G programme réduit	Oui	45	59	73	87		

Pour respecter les règles d'une bonne gestion de la résistance des populations d'*Helicoverpa armigera* Hübner aux pyréthrinoides, les applications foliaires du 45^{ème} et du 59^{ème} JAL ont utilisé l'endosulfan à 500 g / ha. Pour les autres applications, lorsqu'elles sont envisagées, une association pyréthrinoides organo-phosphoré (cyperméthrine chlorpriphos éthyl à 36 150 g / ha) a été employée. Pour le traitement des semences la formulation Cruiser 350 FS (thiamétoxam) a été choisie à raison de 300 ml de produit commercial pour 100 kg de semences (soit un taux de 1,05 ‰ en matière active).

3.2 dispositif statistique

Le dispositif statistique sélectionné a été celui des blocs de FISHER à 6 répétitions. La parcelle élémentaire comprenait 8 lignes de 10 mètres (soit 32 m²) mais seules les six lignes centrales de chaque parcelle ont été protégées.

3.3 conduite de la culture

Des semences de la variété NTA 88 – 6 ont été utilisées pour cette étude. Le semis a été réalisé le 9 juin et la levée eût lieu le 13 juin. En dehors des interventions phytosanitaires (la première ayant été réalisée le 26 juillet (soit au 43^{ième} JAL), toutes les pratiques culturales (entretien contre l'enherbement, fertilisation minérale, etc) ont été celles recommandées par le Développement. En particulier la fertilisation minérale comportait 150 kg/ha d'engrais complet et de 50 kg/ha d'urée.

3.4 observations

3.4.1 examen de la production au cours de la campagne

Ces examens ont été réalisés aux 42^{ième}, 70^{ième}, 84^{ième} et 98^{ième} JAL et n'ont concerné que les premières positions des cinq premières branches fructifères de 20 plants par parcelle choisis sur les deux lignes centrales. Outre la nature de l'organe fructifère présent sur chaque position son état sanitaire a été relevé. On a donc distingué les boutons sains, les boutons troués par une chenille carpophage, les fleurs, les capsules saines et les capsules trouées par une chenille carpophage.

3.4.2 infestations de chenilles carpophages

A partir du 46^{ième} JAL, on a dénombré toutes les semaines les chenilles carpophages (en distinguant les espèces) présentes sur 10 plants choisis sur l'une des deux lignes centrales de chaque parcelle.

3.4.3 infestations d'insectes piqueurs suceurs

Ces observations ont été réalisées toutes les semaines du 28^{ième} au 84^{ième} JAL. A chaque date on a examiné 10 plants pris sur l'une des lignes centrales de chaque parcelle. Au niveau de chaque plant seule la 5^{ième} feuille terminale en partant du sommet du plant a été observée : les populations de jassides y ont été dénombrées et une cotation de dégâts de mirides y a été effectuée (échelle de Coaker).

3.4.4 niveau de floraison

Au 58^{ième}, 73^{ième}, au 88^{ième} et au 103^{ième} JAL, on a examiné, par parcelle élémentaire, 10 cotonniers ayant une fleur épanouie en première position de branche fructifère, choisis au sein des 4 lignes centrales. Pour chaque cotonnier on a noté le numéro de cette branche.

3.4.5 analyse de la production

Avant les récoltes de coton-graine, par parcelle on a délimité un tronçon de ligne de 1,5 mètre sur une ligne centrale. Tous les cotonniers présents sur un tronçon ont été examinés de manière détaillée pour leur production. Pour chaque branche fructifère jusqu'à la 15^{ième} et pour chaque position de chacune d'elles jusqu'à la 3^{ième} on a noté l'absence ou la présence de l'organe fructifère en considérant les catégories habituelles : capsules entièrement saines, capsules partiellement saines, capsules pourries et capsules momifiées. Pour les branches végétatives on s'est contenté de noter pour l'ensemble le nombre de capsules dans chacune de ces catégories.

La récolte du coton graine des cotonniers présents sur ces tronçons de ligne s'est opérée comme suit par parcelle :

dans un premier temps on n'a récolté que le coton graine des capsules présentes sur les premières positions des premières branches fructifères jusqu'à la 15^{ième} (par groupe de 5 branches fructifères successives). Puis on a récolté séparément le coton graine porté par les branches végétatives et celui restant sur tous les plants examinés.

3.4.6 estimation des rendements

La production des 4 lignes centrales de chaque parcelle a été récoltée. A ces productions on a ajouté celles des cotonniers examinés précédemment pour estimer les rendements en coton graine de chaque parcelle.

3.5 analyses statistiques des résultats

Les modules du logiciel « STATITCF » ont été employés pour les analyses de variance et les transferts des données, enregistrées sur les tableurs (QUATTRO PLUS ou EXCEL). Des transformations de variables ont été parfois nécessaires (au regard des valeurs obtenues pour les résidus : distribution, écarts types, etc) pour rendre possible les analyses de variance. Pour une interprétation plus simple des résultats des contrastes furent également utilisés (Tableau 2). Dans les tableaux, les résultats de ces contrastes sont présentés ainsi : + < (> ou =) - selon que la moyenne pondérée des objets affectés de coefficients de signe positif est inférieure (supérieure ou égale) à la moyenne pondérée des objets affectés de coefficients de signe négatif suivi de la signification en % du contraste.

Tableau 2 : coefficients des contrastes utilisés

contraste	Programmes de protection						
	A	B	C	D	E	F	G
1	6	-1	-1	-1	-1	-1	-1
2	0	1	1	1	-1	-1	-1
3	0	2	-1	-1	2	-1	-1
4	0	0	1	-1	0	1	-1

Le premier contraste permet d'évaluer l'intérêt de la réduction (sans précision de son niveau) du programme de protection par rapport au programme de protection vulgarisé. Le deuxième contraste permet d'apprécier les avantages d'un traitement de semences pour les programmes de protection réduits. Les troisième et quatrième contrastes permettent de préciser le niveau de réduction possible du programme de protection au niveau des applications foliaires.

4 Résultats

Aucun effet des programmes de protection n'a été observé dans l'évolution des niveaux de floraison (Tableau 3). Ce résultat n'est pas surprenant puisque en dehors de la protection phytosanitaire la conduite de la culture a été la même sur l'ensemble de l'essai. Nous retenons toutefois que l'emploi d'un insecticide de semences n'a pas accéléré le cycle fructifère des plants même en début de campagne.

Tableau 3 : effets des programmes de protection sur les niveaux de floraison

	niveau de floraison à différentes dates en jours après la levée			
	58	73	88	103
A	1,0	2,9	6,2	10,0
B	1,1	2,7	6,1	10,0
C	1,3	3,2	6,2	9,7
D	1,0	3,2	6,2	9,7
E	1,0	3,1	6,3	10,1
F	1,0	2,9	6,2	9,8
G	1,1	3,1	5,9	10,3
F programmes	NA*	1,02	0,22	0,29
signification en %		43,0	96,5	93,9
contrastes				
1		+<- 37,0	+>- 86,7	+>- 91,5
2		+<- 97,1	+<- 89,6	+<- 44,3
3		+<- 27,2	+>- 76,2	+>- 66,2
4		+<- 64,4	+>- 57,0	+<- 52,8

* NA : non analysé

La figure 1 présente alors l'évolution moyenne des niveaux de floraison au sein de cette étude. Elle permet de situer la date moyenne d'apparition de la première fleur (celle de la première position de la première branche fructifère) au 65^{ième} JAL et celle de la fleur en première position de la cinquième branche fructifère au 82^{ième} JAL.

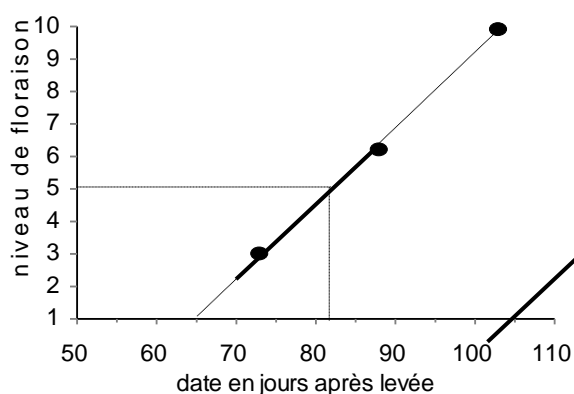


Figure 1 : évolution moyenne des niveaux de floraison

En considérant qu'il faut 30 jours pour qu'un bouton floral donne une fleur épanouie et en supposant que l'efficacité d'une application phytosanitaire foliaire dure 14 jours, nous donnons dans le tableau ci-dessous (Tableau 4) des estimations de la durée de protection des organes fructifères apparus sur les premières positions des cinq premières branches fructifères en fonction de leur nature (bouton floral ou capsule) et en fonction des programmes de protection foliaire de cette étude.

Tableau 4 : estimations des durées de protection (en jours) des organes fructifères apparus sur les premières positions des cinq premières branches fructifères

en fonction des programmes de protection

Position 1	programmes de protection foliaire							
	A		B et E		C et F		D et G	
	durée de protection		durée de protection		durée de protection		durée de protection	
branche fructifère	bouton floral	capsule	bouton floral	capsule	bouton floral	capsule	bouton floral	capsule
1	15	69	15	13	15	27	15	41
2	20	64	20	8	20	22	20	36
3	25	59	25	3	25	17	25	31
4	30	54	28	aucune	30	12	30	26
5	30	49	23	aucune	30	7	30	21

* Totale = 30 jours

Au cours de la campagne, les taux de rétention des organes fructifères de ces cinq positions particulières chutent considérablement après le 70^{ième} JAL (Tableau 5). Le programme de protection vulgarisé, en dehors des résultats obtenus au 70^{ième} JAL, ne se distingue pas de la moyenne des autres programmes de protection (Tableau 5). Toutefois pour ces derniers on observe un effet positif de la prolongation du programme de protection lors de la dernière date d'observation (98^{ième} JAL). Mais cet effet n'est significatif qu'en défaveur des programmes limités à deux applications foliaires. Enfin, aucun effet du traitement de semences n'est observé.

Tableau 5 : Effets des programmes de protection sur les taux de rétention des organes fructifères situés sur les premières positions des cinq premières branches fructifères

taux de rétention en % des organes fructifères sur les premières positions des cinq premières branches fructifères à différentes dates après la levée				
	42	70	84	98
A	100,0	96,6	71,9	52,6
B	100,0	93,6	74,3	45,7
C	100,0	96,4	75,4	55,0
D	100,0	94,4	73,9	54,3
E	100,0	91,9	66,2	43,2
F	100,0	92,7	69,4	46,0
G	100,0	92,9	76,2	56,9
F programme	NA*	1,42	1,53	2,85
Signification en %		23,9	20,2	2,6
Transformation		bliss	bliss	bliss
contrastes				
1		+>- 4,9	+<- 80,6	+>- 50,4
2		+>- 15,5	+>- 10,7	+>- 26,0
3		+<- 35,5	+<- 15,2	+<- 0,4
4		+>- 60,3	+<-34,2	+<- 11,8

* NA = non analysé

Sur l'ensemble de la campagne, les trois espèces de chenilles carpophages (*Earias* sp, *D. watersi* et *H. armigera*) ont été présentes avec des niveaux d'infestations comparables (Tableau 6). Dans la dynamique de ces infestations (Figure 2), *Earias* sp et à un moindre degré *D. watersi* (Tableau 6) sont responsables d'un premier pic observé à la mi août (65^{ième} JAL). Le reste de ce même mois les infestations de chenilles carpophages sont dominées par *H. armigera* qui garde d'ailleurs ce statut de la mi à la fin septembre même si le partage entre les espèces est plus équitable (Tableau 6). Les infestations de chenilles carpophages ont été régulièrement croissantes à partir du début du mois de septembre (86^{ième} JAL).

Toutefois les niveaux moyens d'infestation, même en fin de campagne, restent faibles (< 6 chenilles pour 100 plants).

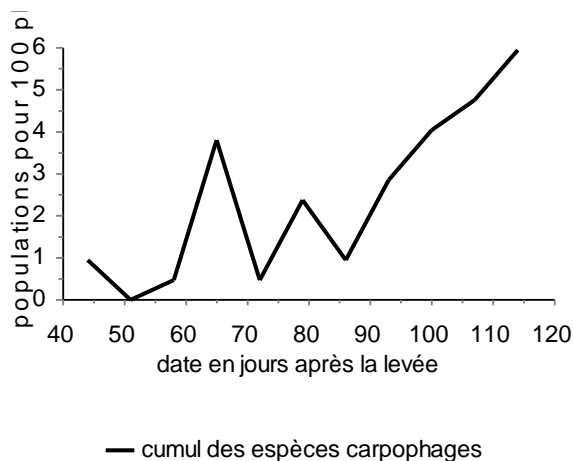


Figure 2 : dynamique des chenilles carpophages
(toutes espèces confondues)

Tableau 6 : importance relative en %
des différentes espèces de chenilles carpophages
au cours de la campagne

date	jour après la levée	<i>H</i> <i>armigera</i>	<i>D</i> <i>watersi</i>	<i>Earias</i>
27-jul	44	0,0	0,0	100,0
03-aoû	51	absent	absent	absent
10-aoû	58	0,0	50,0	50,0
17-aoû	65	6,3	37,5	56,3
24-aoû	72	50,0	0,0	50,0
31-aoû	79	60,0	20,0	20,0
07-sep	86	0,0	75,0	25,0
14-sep	93	41,7	33,3	25,0
21-sep	100	41,2	23,5	35,3
28-sep	107	40,0	25,0	35,0
05-oct	114	28,0	32,0	40,0
campagne		31,2	29,5	39,3

Le programme vulgarisé a procuré la meilleure protection contre l'ensemble des espèces carpophages sur l'ensemble de la campagne mais ce contrôle n'est pas statistiquement différent de celui assuré en moyenne par l'ensemble des autres programmes de protection (Tableau 7). Toutefois, comme pour les taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions des cinq premières branches fructifères, on observe, pour ces programmes réduits, une amélioration progressive du contrôle des chenilles carpophages en prolongeant la durée de la protection (Tableau 7). Mais cet effet n'est en fait significatif qu'en

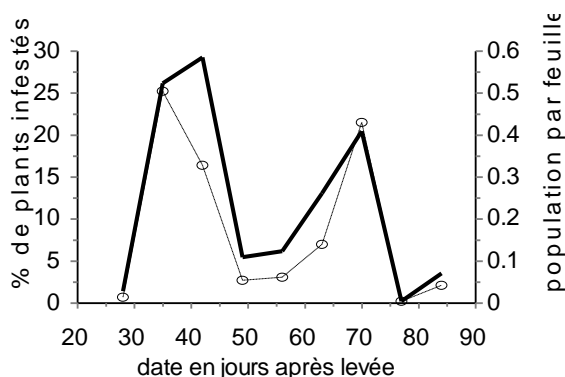
défaveur des programmes limités à deux applications foliaires. Enfin aucun effet du traitement de semences sur le contrôle des chenilles carpophages n'est observé.

Tableau 7 : effets des programmes de protection sur les niveaux d'infestations en chenilles carpophages (cumul de 11 observations sur 10 plants)

	<i>H. armigera</i>	<i>D. watersi</i>	<i>Earias</i>	cumul
A	0,33	0,67	1,17	2,17
B	0,67	1,00	2,33	4,00
C	2,00	0,83	1,00	3,83
D	0,00	0,83	0,67	1,50
E	1,17	1,50	0,50	3,17
F	1,17	0,00	0,83	2,00
G	0,50	0,67	0,83	2,00
F programme	NA*	NA*	NA*	1,99
Signification en %				9,8
	contrastes			
1				+<- 45,3
2				+>- 21,5
3				+>- 4,6
4				+>- 10,3

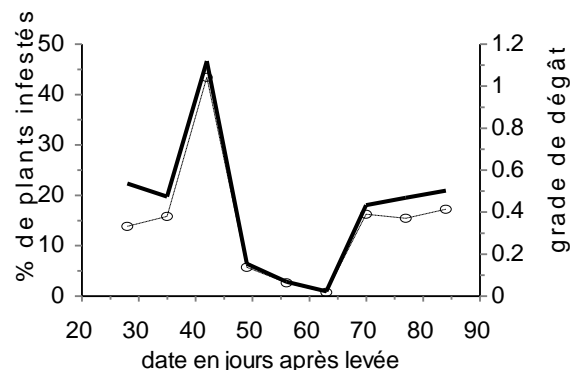
* NA = non analysé

Malgré des infestations non négligeables, en particulier en début de campagne (Figures 3 et 4), aucun effet significatif et constant des programmes de protection ou du traitement des semences n'a été observé dans le contrôle des jassides ou des mirides (Tableaux 8 à 11).



— % plants infestés ○- nombre par feuille

Figure 3 : dynamique des jassides



— % plants infestés ○- grade moyen / feuille

Figure 4 : dynamique des mirides

Tableau 8 : effets des programmes de protection sur les infestations de jassides

% de plants infestés

	% de plants infestés par jassides à différentes dates après la levée								
	28	35	42	49	56	63	70	77	84
A	1,7	26,7	31,7	8,3	6,7	13,3	21,7	0,0	1,7
B	3,3	23,3	38,3	5,0	8,3	13,3	21,7	0,0	10,0
C	1,7	31,7	23,3	1,7	5,0	15,0	21,7	0,0	1,7
D	0,0	30,0	20,0	5,0	5,0	8,3	18,3	0,0	0,0
E	0,0	25,0	28,3	5,0	10,0	13,3	16,7	0,0	6,7
F	1,7	25,0	31,7	3,3	5,0	15,0	16,7	1,7	5,0
G	1,7	21,7	31,7	10,0	3,3	13,3	26,7	0,0	0,0
F programme	0,63	0,78	1,45	1,59	1,05	0,32	0,60	NA	2,64
Signification en %	71,5	59,2	22,8	18,4	41,6	91,9	72,9		3,54
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss		bliss
contrastes									
1	+>- 85,5	+>- 86,7	+>- 49,2	+>- 12,5	+>- 74,4	+>- 84,3	+>- 67,4		+<- 48,9
2	+>- 64,8	+>- 15,3	+<- 42,2	+<- 26,6	+>- 84,6	+<- 48,2	+>- 84,5		+>- 70,6
3	+>- 74,2	+<- 59,9	+>- 22,8	+>- 89,3	+>- 2,3	+>- 88,9	+<- 54,2		+>- 0,3
4	+>- 57,8	+<- 82,4	+>- 76,7	+<- 3,4	+>- 68,4	+>- 35,5	+<- 80,2		+>- 15,7

* NA = non analysé

Tableau 9 : effets des programmes de protection sur les infestations de jassides
Population par feuille

	nombre de jassides par feuille à différentes dates après la levée								
	28	35	42	49	56	63	70	77	84
A	0,0	0,6	0,4	0,1	0,1	0,1	0,6	0,0	0,0
B	0,0	0,5	0,4	0,1	0,1	0,2	0,4	0,0	0,1
C	0,0	0,6	0,3	0,0	0,1	0,2	0,5	0,0	0,0
D	0,0	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	0,4	0,0	0,0
E	0,0	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,3	0,0	0,1
F	0,0	0,4	0,3	0,0	0,1	0,2	0,4	0,0	0,1
G	0,0	0,5	0,4	0,1	0,0	0,1	0,5	0,0	0,0
F programme	0,63	0,73	1,45	1,76	1,14	0,75	0,40	NA	1,51
Signification en %	71	62,7	22,8	14,0	36,6	61,5	87,1		20,9
contrastes									
1	+>- 85,5	+>- 33,3	+>- 70,0	+>- 15,6	+>- 80,8	+<- 82,3	+>- 31,4		+<- 44,1
2	+>- 64,8	+>- 39,4	+<- 57,6	+<- 21,1	+<-	+<-	+>- 91,1		+<- 57,9
3	+>- 74,2	+<- 73,8	+>- 15,0	+<-	+>- 1,9	+<-	+<- 34,7		+>- 3,8
4	+>- 55,8	+>- 45,0	+>- 58,4	+<- 2,5	+>- 70,3	+>- 7,5	+>- 94,6		+>- 16,9

* NA = non analysé

Tableau 10 : effets des programmes de protection sur les infestations de mirides
% de plants infestés

% de plants infestés par mirides à différentes dates après la levée									
	28	35	42	49	56	63	70	77	84
A	18,3	18,3	43,3	6,7	3,3	1,7	18,3	15,0	13,3
B	33,3	18,3	45,0	1,7	3,3	1,7	18,3	25,0	26,7
C	20,0	16,7	40,0	5,0	3,3	1,7	26,7	18,3	16,7
D	21,7	23,3	41,7	13,3	1,7	0,0	13,3	15,0	11,7
E	31,7	16,7	53,3	8,3	1,7	0,0	15,0	28,3	31,7
F	20,0	20,0	51,7	6,7	1,7	0,0	20,0	10,0	20,0
G	11,7	25,0	51,7	3,3	5,0	1,7	15,0	25,0	26,7
F programme	1,30	0,45	0,71	1,16	0,42	NA	0,81	2,43	2,01
Signification en %	28,8	84,1	64,4	35,2	86,3		57,5	4,9	9,6
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	Bliss		bliss	Bliss	bliss
Contrastes									
1	+<- 26,9	+<- 49,2	+<- 56,7	+>- 81,6	+>- 79,0		+>- 64,4	+<- 27,9	+<- 17,9
2	+>- 91,1	+<- 67,7	+<- 6,4	+>- 62,5	+<-		+>- 38,6	+<- 93,5	+<- 9,5
3	+>- 1,8	+<- 32,4	+>- 65,3	+<- 50,9	+<- 80,2		+<- 44,0	+>- 2,0	+>- 2,3
4	+>- 30,6	+<- 34,1	+<- 90,4	+<- 60,0	+<- 67,5		+>- 9,6	+<- 24,9	+>- 93,1

* NA = non analysé

Tableau 11 : effets des programmes de protection sur les infestations de mirides
Grade moyen de dégât par feuille

grade moyen de dégâts par feuille à différentes dates après la levée									
	28	35	42	49	56	63	70	77	84
A	0,2	0,4	1,0	0,2	0,1	0,0	0,4	0,3	0,3
B	0,5	0,3	1,0	0,1	0,1	0,0	0,4	0,5	0,4
C	0,3	0,3	0,9	0,1	0,1	0,0	0,6	0,4	0,4
D	0,3	0,5	1,0	0,3	0,0	0,0	0,3	0,3	0,2
E	0,5	0,3	1,3	0,2	0,0	0,0	0,3	0,4	0,7
F	0,3	0,4	1,1	0,1	0,0	0,0	0,4	0,2	0,4
G	0,2	0,6	1,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,5	0,5
F programme	2,49	0,93	0,53	1,04	0,52	NA	0,91	1,51	1,56
Signification en %	4,5	48,6	78,2	42,2	78,8		50,3	20,7	19,3
Transformation	racine	racine		log					log
contrastes									
1	+<- 22,2	+<- 65,1	+<- 54,5	+>- 70,8	+>- 65,5		+>- 81,0	+<- 66,6	+<- 27,7
2	+>- 88,7	+<- 50,0	+<- 17,0	+>- 71,3	+<-		+>- 34,4	+>- 66,9	+<- 8,6
3	+>- 0,4	+<- 18,5	+>- 43,2	+<- 69,3	+<-		+<- 53,2	+>- 24,4	+>- 7,3
4	+>- 20,3	+<- 9,5	+<-	+<- 40,2	+<- 58,9		+>- 10,2	+<- 9,7	+>- 66,4

* NA = non analysé

Avec un coefficient de variation de 6,5 %, aucun effet significatif des programmes de protection ou du traitement de semences n'a été noté dans les productions de coton graine (Tableau 12). Pour respectivement un peu plus de 75 % et près de 20 % en moyenne, cette production est issue respectivement des premières positions des cinq premières branches fructifères et des premières positions des cinq branches fructifères suivantes. La seule différence statistiquement significative apparue dans les répartitions de la production montre un rôle plus important des premières positions de branches fructifères 6 à 10 lorsque le programme de protection ne comporte que deux applications (Tableau 12). Dans la qualité de cette production on observe un taux de coton jaune significativement plus élevé pour le programme de protection vulgarisé et un taux de capsules entièrement saines

significativement plus faible lorsqu'un traitement de semences a été pratiqué et lorsque le programme de protection se limite à trois applications foliaires au lieu de quatre (Tableau 12).

Tableau 12 : effets des programmes de protection sur certaines caractéristiques de la production

	rendement en kg/ha	part de la production issue de premières positions des branches fructifères		taux de capsules entièrement saines	taux de coton jaune
		1 à 5	6 à 10		
A	1466,1	79,5	18,0	85,3	1,62
B	1416,7	74,8	21,8	89,5	1,29
C	1445,3	80,2	13,5	80,2	1,09
D	1393,2	77,1	19,1	90,9	1,13
E	1427,1	71,1	23,8	87,7	1,10
F	1414,1	75,6	19,7	78,7	1,11
G	1474,0	76,6	17,4	81,2	1,46
F programme	0,59	0,49	0,94	2,27	1,95
Signification en %	73,8	80,8	48,1	6,3	10,4
Transformation		bliss	bliss	bliss	bliss
Contrastes					
1	+>- 37,1	+>- 49,4	+<- 79,5	+>- 97,6	+>- 1,3
2	+<- 53,4	+>- 42,4	+<- 44,0	+>- 4,8	+<- 70,5
3	+<- 76,7	+<- 21,8	+>- 7,0	+>- 10,6	+>- 95,9
4	+<- 91,6	+>- 69,4	+<- 58,0	+<- 4,7	+<- 20,1

En s'intéressant plus particulièrement à la première position de chacune des 5 premières branches fructifères, on observe très peu d'effets des programmes de protection (Tableau 13) sur les taux de rétention en capsules entièrement saines mais par contre on note que les meilleurs taux de rétention sont en moyenne notés pour la première position de la 3^{ème} branche fructifère. Les moins bons taux de rétention de capsules entièrement saines observés pour les premières positions des deux premières branches fructifères pourraient alors résulter d'une moins longue durée de protection des boutons floraux alors que pour les premières positions des quatrième et cinquième branches fructifères les plus faibles taux de rétention de capsules entièrement saines qui y sont notés pourraient résulter de durées de protection plus courtes à partir du stade capsule.

Tableau 13 : effets des programmes de protection
sur les taux de rétention en capsules entièrement saines
sur les premières positions des cinq premières branches fructifères

taux de rétention de capsules entièrement saines sur les premières positions des branches fructifères						
	1	2	3	4	5	
A	31,7	36,7	ab	46,7	33,3	38,3
B	35,0	21,7	b	50,0	45,0	26,7
C	18,3	46,7	ab	51,7	40,0	31,7
D	36,7	43,3	ab	50,0	46,7	25,0
E	41,7	55,0	a	48,3	33,3	31,7
F	35,0	38,3	ab	26,7	33,3	21,7
G	28,3	31,7	ab	43,3	41,7	28,3
F programme	1,00	2,80		2,39	0,55	0,66
Signification en %	44,5	2,8		5,2	76,9	68,6
Transformation	bliss	bliss		bliss	bliss	bliss
Contrastes						
1	+>- 97,2	+<- 78,1	+>- 74,4	+<- 51,9	+>- 13,4	
2	+<- 59,9	+<- 28,5	+>- 1,9	+>- 26,0	+> 95,5	
3	+>- 13,8	+<- 52,6	+>- 18,4	+<- 47,2	+>- 77,9	
4	+<-40,8	+>- 50,2	+<- 20,8	+<- 37,1	+>- 79,3	

5 Conclusions et discussion

Cette étude a montré qu'il était possible de réduire le nombre des interventions phytosanitaires sur une culture cotonnière semée à très forte densité de plantation dans la mesure où la protection des premiers organes fructifères apparus était assurée. Dans le contexte particulier de cette campagne, cette réduction pouvait être importante puisque avec seulement 2 applications foliaires aucune perte de production n'a été enregistrée. Cependant au regard de certains résultats (taux de rétention des organes fructifères en cours de campagne et dénombrements de chenilles carpophages) un programme comportant 3 applications foliaires pourrait mieux convenir si les pressions parasitaires étaient plus fortes. Ce programme économiserait alors 3 applications insecticides par rapport au programme recommandé soit environ 15 000 F CFA par hectare. Mais cette économie est certainement négligeable par rapport aux bénéfices vis-à-vis de la santé humaine et de l'environnement que représenterait la suppression de 3 applications de pesticides. Par ailleurs, la suppression d'applications insecticides en fin de campagne pourrait contribuer à faciliter l'acceptation de la pratique des fortes densités de plantation puisque l'agriculteur n'aurait plus à craindre de dommages occasionnés à ses cotonniers lors des passages dans son champ pour la réalisation de ces applications, dommages qui risquaient d'être plus importants avec de fortes densités de plantation.

Aucune des observations réalisées n'a permis de mettre en évidence un intérêt quelconque du traitement de semences avec le thiamétoxam. Il est alors probable que la dose d'utilisation de cette matière active a été trop faible au sein de cette étude.

S'agissant d'une première année d'étude, il convient de confirmer ces résultats dans différentes conditions de culture, en particulier au niveau phytosanitaire car la pression parasitaire de cette campagne a été relativement faible. D'autre part une augmentation des productions des fortes densités de plantation semble possible par une amélioration des taux de rétention des organes fructifères présents sur les premières positions des deux premières branches fructifères. Si des causes phytosanitaires étaient à l'origine des faibles taux de rétention observés sur ces deux positions on pourrait alors envisager un démarrage plus précoce de la protection de la culture afin de mieux protéger les boutons floraux formés sur

ces deux sites. Une application foliaire au 30^{ième} JAL pourrait être proposée mais la réalisation d'un traitement des semences avec un insecticide systémique apparaîtrait certainement mieux adaptée si les agents responsables des chutes d'organes fructifères en début de campagne étaient essentiellement des insectes piqueurs suceurs. Pour ce traitement de semences on pourrait alors reprendre le thiamétoxam, mais à une dose d'utilisation plus élevée, ou changer de matière active (par exemple l'imidaclopride).

**LIAISON ENTRE TAUX DE RETENTION DES ORGANES
FRUCTIFERES ET PRODUCTION AU MALI**

1 Justification

Au Mali, la majeure partie de la production des cotonniers (de 65,5 à 98,1 % en fonction des conditions de culture et de l'année) est issue des premières positions de 10 premières branches fructifères. Dans des conditions de culture données, cette partie de la production est liée aux taux de rétention des organes fructifères situés sur ces positions. Mais cette hypothèse mérite d'être vérifiée car si en observant ces taux de rétention au cours d'une campagne on pouvait prédire à chaque instant une espérance de production d'une parcelle en fonction de ses potentialités on pourrait alors juger de l'opportunité économique de poursuivre un programme de protection phytosanitaire en fonction de la production déjà acquise.

2 Objectifs

L'objectif principal de cette étude a été d'examiner la possibilité de prédiction d'une espérance de production d'une parcelle en examinant les taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions des 10 premières branches fructifères.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Sept programmes de protection, permettant d'obtenir au cours de la campagne des taux de rétention différents des organes fructifères sur les premières positions des 10 premières branches fructifères, ont été comparés (Tableau 1)

Tableau 1 : programmes de protection comparés

	Traitement Semences	Fréquence des Pulvérisations en jours	début des pulvérisations en JAL
A	Oui	7	30
B	Non	7	30
C	Non	14	45
D	Non	14	59
E	Non	14	73
F	Non	14	87
G	Non	14	101

JAL = jour après la levée

Pour le traitement des semences la formulation Cruiser 350 FS (thiamétozam) a été employée à raison de 300 ml de produit commercial pour 100 kg de semences (soit 1,05 ‰ en matière active). Toutes les applications foliaires d'insecticides ont été réalisées en utilisant une association pyréthrinoloïde organo phosphoré (cyperméthrine chlorpyrifos éthyl 36 150 g/ha à 1 litre/ha).

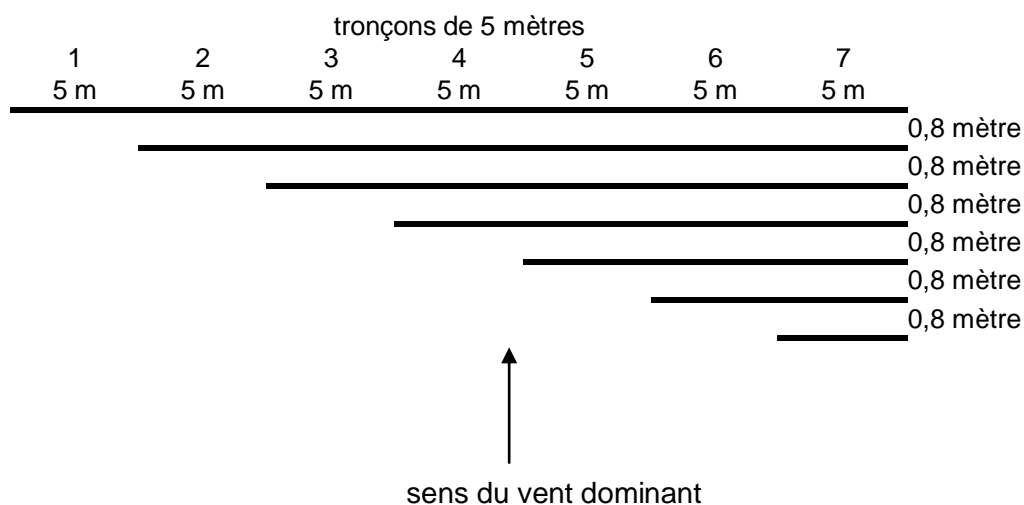
3.2 dispositif statistique

Pour limiter la superficie de cette étude, faciliter le respect du protocole dans le démarrage des programmes de protection et éviter de mauvaises dérives des pulvérisations, une implantation particulière et un dispositif statistique à 6 répétitions sans répartition aléatoire au sein de chaque répétition a été adopté. La parcelle élémentaire était constituée d'une seule ligne de cotonniers mais la longueur de cette ligne, divisée en tronçon de 5 mètres, dépendait du programme de protection qu'elle allait recevoir en respectant le tableau 2.

Tableau 2 : longueur de la ligne par parcelle élémentaire

	longueur de la ligne par parcelle	nombre de tronçons de 5 mètres
A	35 mètres	7
B	30 mètres	6
C	25 mètres	5
D	20 mètres	4
E	15 mètres	3
F	10 mètres	2
G	5 mètres	1

Dans chaque répétition, la disposition des lignes qui étaient distantes de 0,8 mètre a respecté l'implantation donnée dans le schéma ci dessous par rapport au vent dominant, la première ligne du schéma recevant le programme de protection A et la dernière le programme de protection G :



3.3 conduite de la culture

La variété utilisée a été NTA 88 – 6. Elle a été semée le 12 juin (levée le 16 juin). En dehors des interventions phytosanitaires, toutes les pratiques culturales (densité de plantation, entretien contre l'enherbement, fertilisation minérale, etc) ont été celles recommandées au Développement.

3.4 observations

Dans chaque tronçon de lignes de 5 mètres on a délimité trois segments de ligne de 1,5 mètre. Tous les cotonniers présents dans chaque segment ont été dénombrés et ont été examinés à la récolte. Pour chaque cotonnier le nombre de branches fructifères a été relevé. Ensuite seule la première position de chaque branche fructifère, de la première à la dixième branche fructifère, a été observée. On a noté alors pour les cinq premières branches

fructifères et les cinq suivantes les nombres de positions (ou sites) occupées par un organe fructifère.

La récolte du coton graine des cotonniers présents sur chaque segment de ligne s'est opérée comme suit :

dans un premier temps on n'a récolté que le coton graine des capsules présentes sur les premières positions des premières branches fructifères jusqu'à la 15^{ième} (par groupe de 5 branches fructifères successives). Puis on a récolté séparément le coton graine porté par les branches végétatives et celui restant sur tous les plants examinés.

4 Résultats

Les programmes de protection qui ont été mis en œuvre n'ont pas abouti à des différences de production de coton graine mais ont eu des effets sur les taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 1 à 5 (Tableau 3).

Tableau 3 : effets des programmes de protection sur les rendements en coton graine et les taux de rétention de organes fructifères situés en première position de branche fructifère

	rendement en kg/ha	taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère	
		1 à 5	6 à 10
A	1654,2	60,6a	54,8a
B	1653,5	59,2a	60,9a
C	1822,3	53,5ab	59,6a
D	1695,4	50,5ab	56,4a
E	1545,1	52,2ab	47,8a
F	1549,8	47,4b	50,3a
G	1649,5	53,8ab	55,9a
F programme	0,26	3,09	2,51
Signification en %	94,8	1,8	4,3
Transformation		bliss	bliss

En considérant onze classes de taux de rétention (classe 1 : 0%, classe 2 : $0 \% < x \leq 10 \%$, classe 3 : $10 \% < x \leq 20 \%$, classe 4 : $20 \% < x \leq 30 \%$, classe 5 : $30 \% < x \leq 40 \%$, classe 6 : $40 \% < x \leq 50 \%$, classe 7 : $50 \% < x \leq 60 \%$, classe 8 : $60 \% < x \leq 70 \%$, classe 9 : $70 \% < x \leq 80 \%$, classe 10 : $80 \% < x \leq 90 \%$, classe 11 : $x > 90 \%$), la distribution de l'ensemble des 504 segments de ligne examinés est présentée dans les histogrammes des figures 1 et 2.

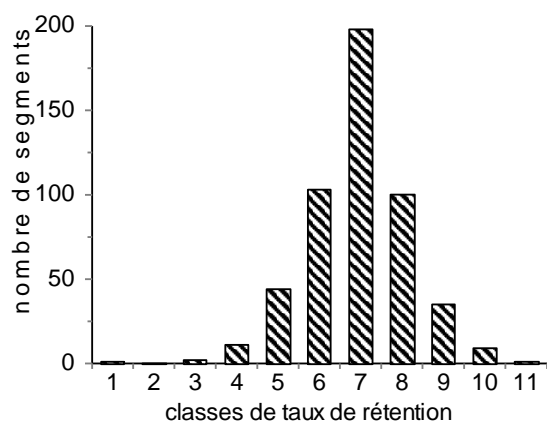


Figure 1 : histogramme pour les branches fructifères 1 à 5

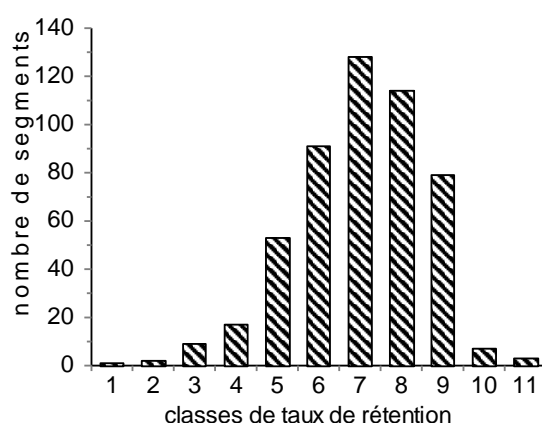


Figure 2 : histogramme pour les branches fructifères 6 à 10

Cependant la variabilité de ces résultats est plus grande en considérant simultanément les taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 1 à 5 et ceux des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 6 à 10 (Tableau 4).

Tableau 4 : répartition des segments de ligne en fonction des taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère

			taux de rétention BF 1 à 5*					totaux
			≤ 40	40<x ≤50	50<x ≤60	60<x ≤70	x >70	
taux de rétention	BF 6 à 10 **	≤ 40	19	26	29	5	3	82
		40<x ≤50	19	22	23	20	7	91
		50<x ≤60	13	33	53	23	6	128
		60<x ≤70	4	14	53	29	14	114
		x >70	3	8	40	23	15	89
Totaux			58	103	198	100	45	504

*BF 1 à 5 : premières positions des branches fructifères 1 à 5

**BF 6 à 10 : premières positions des branches fructifères 6 à 10

Les rendements des 504 segments de ligne ont varié de 0 kg/ha à 3783,3 kg/ha. Ces variations de production sont très liées aux variations du nombre de capsules récoltées par m² (Figure 3).

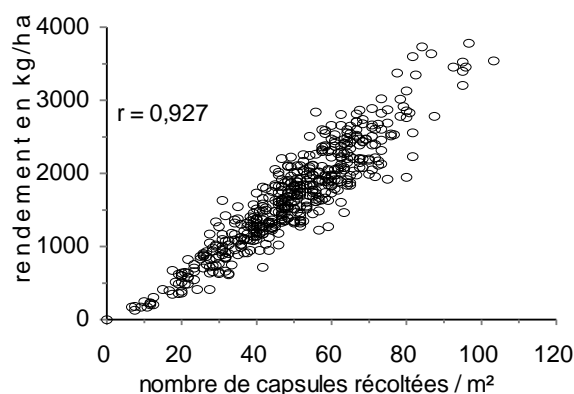


Figure 3 : liaison entre rendement et nombre de capsules récoltées par m²

Cette liaison est encore satisfaisante lorsque l'on considère les capsules récoltées sur les premières positions des 10 premières branches fructifères prises en totalité ou par groupe de cinq branches fructifères successives (Figures 4 à 6). Les variations de rendement entre les segments de ligne sont donc pour 41,0 % expliquées par les variations de nombre capsules récoltées par m² en première des dix premières branches fructifères de chaque plant. Cette liaison est la plus forte de toutes celles que nous avons calculées entre le rendement et d'autres variables prises en compte dans cette étude ($r = 0,478$ entre rendement et nombre moyen de branches fructifères par plant et $r = 0,426$ entre le rendement et la densité de plants par m²).

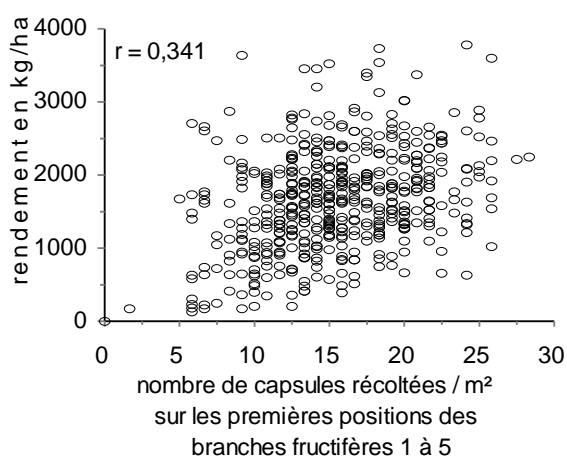


Figure 4 : liaison entre rendement et nombre de capsules par m² sur les premières positions des branches fructifères 1 à 5

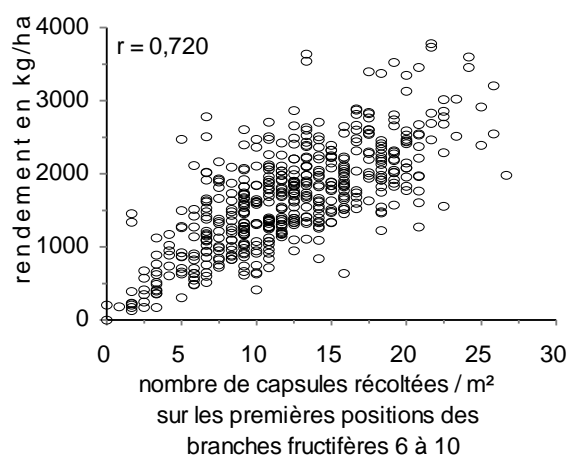


Figure 5 : liaison entre rendement et nombre de capsules par m² sur les premières positions des branches fructifères 6 à 10

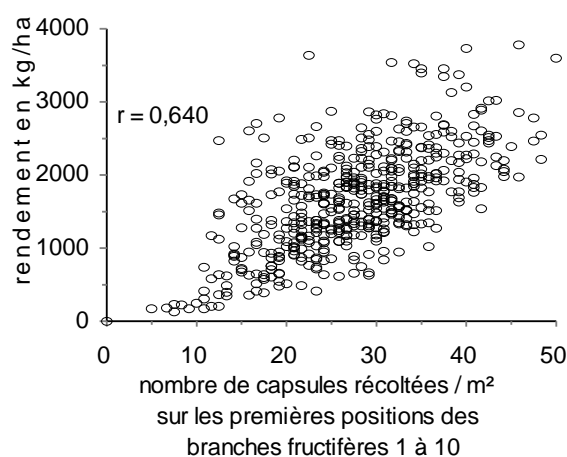


Figure 6 : liaison entre rendement et nombre de capsules par m² sur les premières positions des branches fructifères 1 à 10

Cependant, les coefficients de corrélations entre les deux taux de rétention (celui concernant les premières positions des branches fructifères 1 à 5 et celui concernant celles des branches fructifères 6 à 10) et rendement sont faibles même s'ils sont significatifs : $r = 0,131$ pour le taux de rétention sur les branches fructifères 1 à 5 et $r = 0,392$ pour le taux de rétention sur les branches fructifères 6 à 10.

En raison du lien satisfaisant entre le rendement en coton graine et le nombre de capsules par m² situées en première position des branches fructifères 1 à 10 (Figure 35), seuls les taux de rétention des organes fructifères en première position des dix premières branches fructifères ont été par la suite retenus. Le coefficient de corrélation entre le rendement en coton graine et ce taux ($r = 0,326$) est encore très hautement significatif. Quatre classes pour ce taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères 1 à 10 ont alors été définies : classe 1 $x \leq 40\%$, classe 2 $40\% < x \leq 50\%$, classe 3 $50\% < x \leq 70\%$ et classe 4 $x > 70\%$.

Puis en raison de son lien avec le rendement en coton graine ($r = 0,478$) le nombre moyen de branches fructifères par plant a été pris en compte en considérant les classes suivantes : classe 1 = nombre de branches fructifères < 10 , classe 2 = $10 < \text{nombre de branches fructifères} \leq 15$, classe 3 = $15 < \text{nombre de branches fructifères} \leq 20$ et classe 4 nombre de branches fructifères > 20 . Enfin comme au sein de cette étude les densités de plantation ont varié de 0,8 plants par m² à 8,33 plants par m² et que le coefficient de corrélation de ce facteur avec le rendement est relativement élevé ($r = 0,426$), trois classes suivantes de densités à la récolte ont été considérées : classe 1 = densité ≤ 5 plants/m², classe 2 = $5 \text{ plants/m}^2 < \text{densité} \leq 7 \text{ plants/m}^2$ et classe 3 = densité $> 7 \text{ plants/m}^2$.

En prenant en compte ces trois variables (taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères 1 à 10, nombre moyen de branches fructifères par plant et densité de plants par m²) avec leurs classes ainsi définies, le tableau 5 présente leurs liens avec le rendement en coton graine.

Tableau 5 : rendement en kg/ha en liaison avec le taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères¹ à 10 (en %), le nombre moyen de branches fructifères par plant et la densité de plantation (en plants / m²)

				taux de rétention				moyenne
				BF 1 à 10				
				≤ 40	40<x ≤50	50<x ≤70	x >70	
nombre moyen de branches fructifères	≤ 10	densité	≤ 5	305,6	625,0	1058,3		609,7
			5 < x ≤ 7	380,0	885,0	1127,8		746,8
			> 7	391,7	1237,5	1341,7		1052,1
	10 < x ≤ 15	densité	≤ 5	512,5	1103,7	1188,6	1120,8	1108,5
			5 < x ≤ 7	1023,6	1372,5	1484,6	1745,0	1392,7
			> 7	945,0	1711,5	1885,5	2608,3	1765,7
	15 < x ≤ 20	densité	≤ 5	1205,6	1672,9	1393,4	1148,6	1368,7
			5 < x ≤ 7	1673,3	1913,3	1929,5	2216,1	1956,8
			> 7	1911,1	2138,5	2162,3	2268,3	2144,4
	> 20	Densité	≤ 5			1761,7		1761,7
			5 < x ≤ 7		1825,0	1916,7	2538,9	2053,2
			> 7			2036,7	3562,5	2216,2
Moyenne				1037,2	1592,6	1749,5	2050,2	1670,7

Certaines valeurs du tableau 10 (en caractères gras) ne suivent pas une progression logique d'augmentation du rendement en fonction soit d'un taux de rétention croissant, soit d'un nombre moyen croissant de branches fructifères ou soit d'une densité croissante. Certaines d'entre elles peuvent être expliquées par de petits effectifs (Tableau 6) même si d'autres causes sont possibles.

Tableau 6 : effectifs des classes

				taux de rétention BF 1 à 10				moyenne
				≤ 40	40<x ≤50	50<x ≤70	x >70	
Nombre Moyen de branches fructifères	≤ 10	densité	≤ 5	3	1	2		6
			5 < x ≤ 7	5	5	3		13
			> 7	1	2	1		4
	10 < x ≤ 15	densité	≤ 5	4	9	30	2	45
			5 < x ≤ 7	18	27	59	5	109
			> 7	5	26	39	1	71
	15 < x ≤ 20	densité	≤ 5	3	4	24	6	37
			5 < x ≤ 7	5	15	76	16	112
			> 7	6	13	48	5	72
	> 20	densité	≤ 5			5		5
			5 < x ≤ 7		1	9	3	13
			> 7			15	2	17
Moyenne				50	103	311	40	504

Par ailleurs les coefficients de variation des rendements au sein de chacune des classes sont relativement élevés (Tableau 7) même si la création de certaines classes (caractères gras et italiques) a permis de réduire le coefficient de variation du rendement par rapport à celui de l'ensemble des 504 segments (en caractères gras).

Tableau 7 : coefficient de variation (en %) du rendement à l'intérieur des classes

				taux de rétention BF 1 à 10				
				≤ 40	40<x ≤50	50<x ≤70	x >70	
Nombre moyen de branches fructifères	≤ 10	densité	< 5	126,9		56,8		85,0
			5 < x ≤ 7	45,4	32,4	52,1	59,1	
			> 7		100,5		80,2	
	10 < x ≤ 15	densité	< 5	52,4	54,4	54,9	33,1	56,4
			5 < x ≤ 7	51,6	36,2	27,3	40,4	35,4
			> 7	21,8	33,4	28,9		33,4
	15 < x ≤ 20	densité	< 5	79,6	17,1	42,0	52,7	43,1
			5 < x ≤ 7	16,1	27,2	32,4	31,9	31,6
			> 7	25,0	19,3	25,7	23,4	24,3
	> 20	densité	< 5			22,2		22,2
			5 < x ≤ 7			42,5	38,8	40,2
			> 7			25,9	1,5	31,9
				62,9	38,5	36,6	41,2	41,6

5 Conclusions et discussion

Pour des conditions de culture apparemment identiques à l'exception de la protection phytosanitaire on constate une très grande variabilité de résultats de production. Les différences de protection phytosanitaire n'en sont que faiblement responsables. Elles ont surtout affecté les taux de rétention des organes fructifères sur les premières positions des 5 premières branches fructifères qui ne semblent pas déterminantes dans les variations de production. Par contre il semble bien que le taux de rétention sur les premières positions des 10 premières branches fructifères ait été un facteur clé dans la différenciation des rendements. Cependant, on doit lui associer d'autres éléments de variation pour encore mieux expliquer cette différenciation des rendements. Le premier serait le nombre moyen de branches fructifères par plant et le second la densité de plantation.

A la démarche que nous avons choisie on aurait pu préférer une analyse de régression multiple qui aboutit d'ailleurs à de bons résultats : rendement en kg/ha = $-1\,581,51 + 214,83 \times \text{densité de plantation en plants / m}^2 + 81,89 \times \text{nombre moyen de branches fructifères par plant} + 11,16 \times \text{taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 1 à 10}$, avec $r^2 = 0,409$ et $F = 115,81$ (significatif à 0,0 %). Cependant nous avons privilégié cette approche pour que les résultats soient plus facilement compréhensibles et parce que les liaisons entre les variables ne sont peut être pas aussi linéaires qu'on le croit.

Même si les données analysées ont été obtenues à la récolte, avec ces trois facteurs (taux de rétention sur les premières positions des 10 premières branches fructifères, nombre moyen de branches fructifères et densité de plantation), le rythme d'apparition des branches fructifères étant en général bien connu pour une variété, on peut envisager de prédire à tous moments la production potentielle d'une parcelle en fonction des valeurs que ces trois facteurs présentent à chaque instant. De même, la régression obtenue entre le nombre de capsules récoltées/m² et le rendement étant très hautement significative, on peut envisager de donner à tous moments la valeur de la production déjà acquise sur une parcelle en ne considérant que les nombres de capsules/m² qui ont de très fortes probabilités de participer à la production finale (les capsules âgées de plus de 10 jours ne sont plus sujettes à l'abscission). Ensuite à chaque instant selon que la différence entre l'espérance de production et la production déjà acquise est supérieure ou inférieure au coût de la réalisation d'une application phytosanitaire (ou un multiple de ce coût pour respecter des normes

internationales) on pourrait décider de l'arrêt ou non du programme de protection en liaison avec les contraintes phytosanitaires rencontrées.

Toutefois les effectifs des classes qui ont été définies sont encore trop faibles et les variations de rendement intra classe sont encore trop fortes dans certains cas pour que ces résultats soient actuellement utilisables dans ce sens.

Pour diminuer la variabilité des rendements à l'intérieur de chacune des classes qui ont été définies, il est nécessaire de renouveler cette étude plusieurs années et dans des contextes de potentialités variés que l'on pourrait d'ailleurs créer. Lorsqu'une certaine stabilité des rendements sera obtenue à l'intérieur de chacune des classes, il conviendra alors de formuler des règles de décision pour la poursuite ou non d'un programme de protection phytosanitaire.

ÉTUDE DE LA SENSIBILITÉ DES CAPSULES À L'ABSCISSION AU MALI

1 Justification

Actuellement certaines recherches conduites à propos de la culture cotonnière reposent sur des modifications du processus d'élaboration de la production à l'échelle de la parcelle en mettant en œuvre certaines pratiques culturales (forte densité de plantation, utilisation d'un régulateur de croissance du cotonnier, etc). Ces modifications se traduisent par une importance plus grande dans la production totale des premières positions fructifères apparues. Sur le plan phytosanitaire il apparaît alors intéressant de connaître la durée pendant laquelle ces organes fructifères doivent être protégés afin de définir des programmes de protection bien adaptés à ces modifications. L'abscission d'organes fructifères, qu'elle soit ou non d'origine parasitaire, étant principalement responsable d'une perte de production la sensibilité en fonction de leur âge des organes fructifères à ce phénomène mérite alors d'être étudiée.

2 Objectifs

Le principal objectif de cette étude a été de suivre en fonction de leur âge la sensibilité des organes fructifères à l'abscission. Le second objectif a été d'examiner dans quelles mesures cette sensibilité est influencée par la date de semis de la culture ou le niveau de protection phytosanitaire qui lui est appliqué.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

En 2002, 5 dates de semis du cotonnier ont été pratiquées (Tableau 1). Une ligne 20 mètres de cotonniers a été semée par date. Les lignes ont été espacées de 2 mètres et les poquets de 0,5 mètre. Un plant a été conservé par poquet au moment du démariage. La protection phytosanitaire de cette étude a été maximale. Elle était constituée d'application hebdomadaire avec une association pyréthri-noïde organo-phosphoré (cyperméthrine chlorpyrifos éthyl 36 – 150 g/ha) débutant au 30^{ième} JAL et s'arrêtant au 120^{ième} JAL.

Tableau 1 : dates de semis pratiquées

Date de semis
11/06
21/06
01/07
11/07
21/07

En 2003, quatre parcelles de cotonniers de 440 m² (22 lignes x 20 mètres), ont été implantées. Le semis a été réalisé dans la deuxième décennie de juin avec des graines délintées et traitées avec le thiamétoxam (CRUISER® 350 FS) à la dose de 1,05 ‰. La variété fut NTA 88 6. Pour faciliter le repérage et l'observation des plants la densité de plantation respecta la géométrie suivante : 2 mètres entre les lignes et 1 mètre entre les poquets. Le démariage a été fait à 1 plant par poquet. Une des parcelles est restée non traitée pendant toute la campagne. Deux autres parcelles ont reçu une protection insecticide recommandée, constituée de traitements réalisés tous les 14 jours avec une association pyréthri-noïde organo phosphoré (cyperméthrine chlorpyrifos éthyl 36 150 g/ha) du 45^{ième}

au 115^{ième} JAL (programme de protection vulgarisé) et l'une d'elles une application d'un régulateur de croissance du cotonnier (chlorure de mépiquat à 50 g/ha soit 1l/ha de PIX®) au début de la floraison (environ au 50^{ième} JAL). Enfin la dernière parcelle a reçu une protection insecticide maximale constituée de traitements hebdomadaires avec une association pyréthrinéo organo phosphoré (exemple cyperméthrine chlorpyrifos éthyl 36 150 g/ha) à partir du 30^{ième} JAL.

3.2 observations

En 2002, vingt plants ont été sélectionnés sur chaque ligne. Pour chaque plant un examen détaillé de la production d'organes fructifères sur les branches fructifères été réalisé. Il a consisté en un relevé par position fructifère jusqu'à la 4^{ième} position de chaque branche fructifère et jusqu'à la 15^{ième} branche fructifère de la date d'apparition du bouton floral puis de celle de la fleur ou de la capsule (la fleur épanouie devenant une capsule le lendemain) et enfin celle, éventuelle, de sa chute. Cette observation a été quotidienne pendant toute la campagne.

En 2003, dans chaque parcelle on a choisi 100 plants au début de la campagne. Ces plants qui ont été marqués appartenaient à 10 lignes différentes (10 plants par ligne). Du 25^{ième} au 50^{ième} JAL les 100 plants par parcelle ont été suivis tous les 2 jours pendant la campagne à partir de la date d'apparition du premier bouton floral. Du 51^{ième} au 75^{ième} JAL, 50 plants ont continué d'être suivis tous les 2 jours. Enfin du 75^{ième} JAL à la fin de la campagne, seuls 25 plants parmi les 50 plants précédents ont continué d'être suivis tous les 2 jours. Pour chaque plant, seules les deux premières positions de chaque branche fructifère ont été observées. On alors noté pour chacune d'elles la date d'apparition de chaque organe fructifère (bouton, fleur et capsule), la date éventuelle de sa chute et enfin celle, toujours éventuelle de l'ouverture de la capsule.

4 Résultats

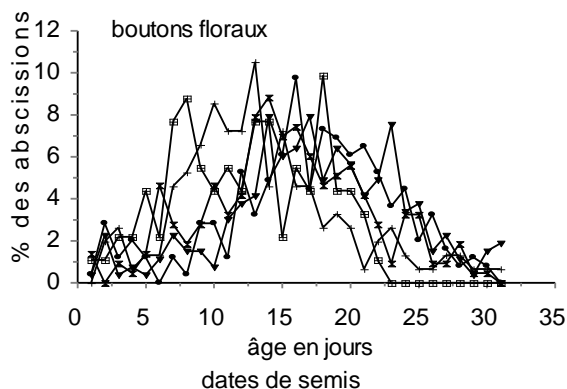
En 2002, les dates d'apparition de 4 408 boutons floraux et de 2 392 fleurs ont été enregistrées sur l'ensemble des 100 cotonniers suivis (20 pour chaque date de semis). Le tableau 2 donne ces résultats par position sur les branches fructifères en fonction des dates de semis et pour l'ensemble de 15 branches fructifères des 20 cotonniers suivis. Dans le tableau 3 sont donnés les nombres d'organes fructifères tombés par position et par date de semis en fonction de sa nature (bouton floral ou fleur) également pour l'ensemble de 15 branches fructifères des 20 cotonniers suivis. Le rapprochement de ces deux tableaux pour déterminer des pourcentages d'abscission ne peut toutefois pas être fait car le suivi de chacun des organes fructifères n'a pas pu être conduit à terme du fait de l'arrêt des observations : cas des derniers boutons floraux ou des dernières fleurs apparus.

Tableau 2 : nombre d'organes fructifères pour lesquels la date d'apparition a été enregistrée en fonction de sa nature et de la date de semis par position pour l'ensemble des branches fructifères

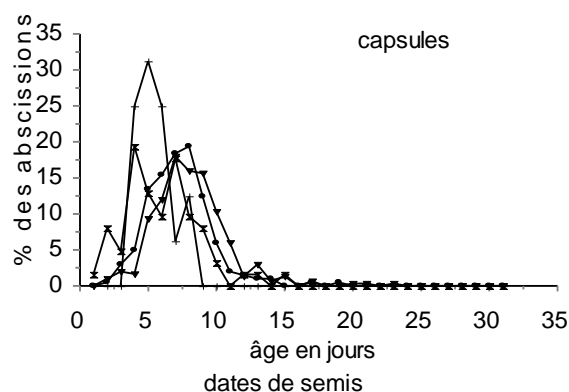
date de semis	position 1		position 2		position 3		position 4	
	bouton	fleur	bouton	fleur	bouton	fleur	bouton	fleur
11-juin	243	207	226	154	179	70	95	22
21-juin	279	257	276	213	243	147	174	70
01-juil	299	262	295	204	265	133	182	82
11-juil	255	164	245	119	216	76	155	31
21-juil	271	111	238	54	163	13	109	3

Tableau 3 : nombre d'organes fructifères tombés en fonction de leur nature et de la date de semis par position pour l'ensemble des branches fructifères

date de semis	position 1		Position 2		position 3		position 4	
	bouton	capsule	bouton	capsule	bouton	capsule	bouton	capsule
11-juin	31	66	64	93	101	48	69	14
21-juin	21	50	54	101	75	92	96	57
01-juil	15	29	54	68	74	58	72	46
11-juil	29	17	48	27	39	13	36	5
21-juil	20	11	40	5	19	0	11	0



—▲— 11/06 —■— 21/06 —◆— 01/07 —●— 11/07 —□— 21/07



—▲— 11/06 —■— 21/06 —◆— 01/07 —●— 11/07 —□— 21/07

Figure 1 a
Figures 1a et 1 b : sensibilité des organes fructifères à l'abscission en fonction de leur âge

Dans l'étude de la campagne 2002, quelle que soit la date de semis les boutons floraux apparaissent sensibles à l'abscission tout au long de leur développement avec cependant des fréquences plus faibles au début de leur développement et à l'approche de la floraison (Figure 1 a). Pour les capsules, on remarque quelle que soit la date de semis qu'elles ne

sont pratiquement plus sujettes à l'abscission lorsqu'elles sont âgées de plus de 10 jours (Figure 1 b).

Au cours de la campagne 2003, les nombres de boutons floraux et de fleurs dont les dates d'apparition ont été enregistrées sont donnés par niveau de protection de la culture dans le tableau 4. Toujours par niveau de protection de la culture, les nombres de bouton floraux et de capsules tombés dont les dates de chute ont été notées sont donnés dans le tableau 5. Comme précédemment, le rapprochement de ces deux tableaux pour déterminer des pourcentages d'abscission par catégorie d'organes ne peut toutefois pas être fait car le suivi de chacun des organes fructifères n'a pas pu être conduit à terme du fait de l'arrêt des observations : cas des derniers boutons floraux ou des dernières fleurs apparus.

Tableau 4 : nombre d'organes fructifères pour lesquels la date d'apparition a été enregistrée en fonction de sa nature et du niveau de protection de la culture

	bouton	fleur
non traité	2060	894
protection recommandée	2199	1069
protection recommandée + pix	2161	1008
protection maximale	2168	1001

Tableau 5 : nombre d'organes fructifères tombés en fonction de leur nature et du niveau de protection de la culture

	bouton	capsule
non traité	292	340
protection recommandée	153	372
protection recommandée + pix	190	354
protection maximale	104	339

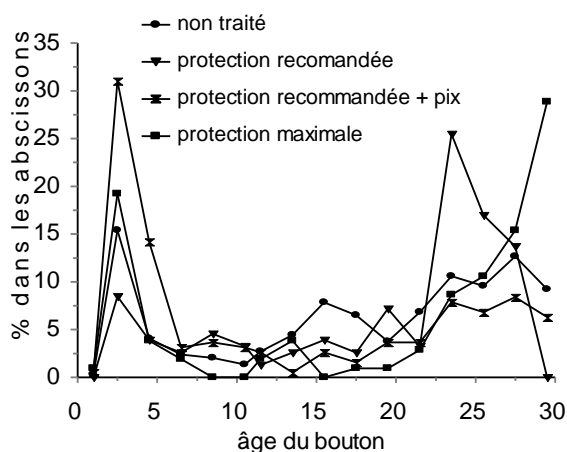


Figure 2 a

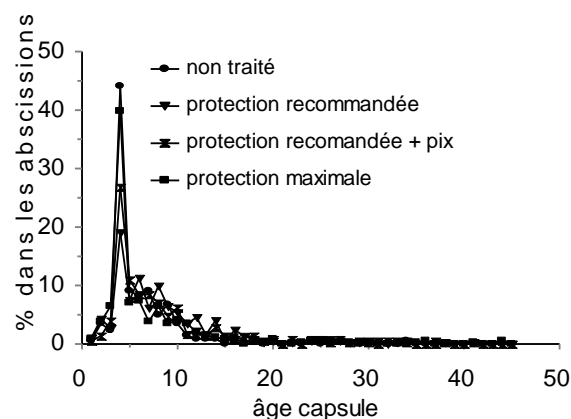


Figure 2 b

Figures 2a et 2 b : sensibilité des organes fructifères à l'abscission en fonction de leur âge

Comme au cours de la campagne 2002, les boutons floraux apparaissent sensibles à l'abscission tout au long de leur développement quel que soit le niveau de protection reçu par la culture (Figure 2 a). Toutefois contrairement à la campagne précédente, ils semblent plus sujets à l'abscission au début de leur développement et à l'approche de la floraison

(Figure 2 a). Par contre les résultats obtenus en 2002 à propos de l'abscission des capsules en fonction de leur âge sont retrouvés en 2003 quel que soit le niveau de protection de la culture (Figure 2 b) : les capsules ne sont pratiquement plus sujettes à l'abscission lorsqu'elles sont âgées de plus de 10 jours.

5 Conclusions et discussion

Comme l'abscission est la cause principale des pertes de production on peut conclure, à l'issue de ces deux campagnes, que la protection phytosanitaire d'un organe fructifère ne doit couvrir que les 40 premiers jours de son développement : 30 jours de son apparition à sa floraison + 10 premiers jours de développement de la jeune capsule.

Avec la densité de plantation recommandée (8,3 plants/m²), l'essentiel de la production provenant des premières positions des 10 premières branches fructifères, une protection du 30^{ième} au 97^{ième} JAL (donc avec un dernier traitement au 83^{ième} JAL si sa rémanence est de 14 jours) pourrait être suffisante sur la base d'une apparition du premier bouton floral au 30^{ième} JAL, de la formation tous les 3 jours d'un nouveau bouton floral en première position de branche fructifère et de 30 jours de développement d'un bouton floral jusqu'au stade fleur. Le programme de protection actuellement recommandé comprend 6 applications insecticides réalisées à 14 jours d'intervalle à partir du 45^{ième} JAL soient les 45^{ième}, 59^{ième}, 73^{ième}, 87^{ième}, 101^{ième} et 115^{ième} JAL. En conséquence il pourrait être intéressant de vérifier si un démarrage plus précoce de ce programme de protection associé à un arrêt plus précoce ne serait pas mieux adapté à ce type d'élaboration de la production.

Les expérimentations de cette campagne ont déjà montré qu'avec une densité de plantation double de celle vulgarisée (16,7 plants/m²), une protection au-delà du 90^{ième} JAL n'était pas nécessaire. Cette limitation de la durée de la période de protection a permis de supprimer au minimum de 2 applications par rapport au programme de protection recommandé sans entraîner de perte de production. Cependant, l'essentiel de la production avec cette densité de plantation provenant des premières positions des 5 premières branches fructifères, une protection du 30^{ième} au 82^{ième} JAL (donc avec un dernier traitement au 68^{ième} JAL si sa rémanence est de 14 jours) pourrait être suffisante sur la base d'une apparition du premier bouton floral au 30^{ième} JAL, de la formation tous les 3 jours d'un nouveau bouton floral en première position de branche fructifère et de 30 jours de développement d'un bouton floral jusqu'au stade fleur. En conséquence un programme de protection débutant plus tôt qui conduirait à la même économie en nombre d'applications insecticides que celle obtenue dans les études de la campagne 2003 mériterait d'être étudié.

Ces considérations en matière de protection ne concernent que les ravageurs responsables d'abscission. Or certains ravageurs peuvent encore nuire à la production de coton graine d'une parcelle en détériorant la fibre des capsules par des attaques au-delà du 10^{ième} jour suivant la floraison des organes fructifères. Il conviendrait alors d'apprécier l'ampleur de cette dégradation de la production dans différentes situations pour confirmer ou infirmer la justesse d'un arrêt plus précoce des programmes de protection que nous nous proposons d'étudier.

ADAPTATION DU SEUIL D'INTERVENTION CONTRE LES CHENILLES CARPOPHAGES AUX FORTES DENSITES DE PLANTATION AU MALI

1 Justification

La protection insecticide de la culture cotonnière au Mali s'oriente de plus en plus vers des interventions sur seuil sensu stricto. Contre les chenilles carpo-phages, le seuil de 5 chenilles pour 25 plants est utilisé. Mais il a été établi pour la densité de plantation recommandée soit 8,33 plants / m². Il n'est donc pas certain que ce seuil soit adapté aux fortes densités de plantation (à partir de 16,67 plants / m²) qui, avec une protection calendaire (6 traitements réalisés à 14 jours d'intervalle à partir du 45^{ème} JAL), ont souvent procuré des augmentations de la production de coton graine. Devant l'évolution actuelle et souhaitable des programmes de protection il conviendrait de vérifier cette hypothèse et de rechercher si nécessaire des seuils d'infestations de chenilles carpo-phages adaptés à ces fortes densités de plantation.

2 Objectifs

Le premier objectif de cette étude fut de tester l'adaptation aux fortes densités de plantation du seuil d'infestations en chenilles carpo-phages actuellement employé. Le second objectif fut d'évaluer l'intérêt de plusieurs programmes d'interventions sur seuil contre les chenilles carpo-phages pour sélectionner le mieux adapté aux fortes densités de plantation. Enfin, le dernier objectif fut d'examiner la nécessité de moduler ces seuils en cours de campagne pour tenir compte des variations au cours du temps, en quantité et en nature, des offres en organes fructifères d'une culture avec une forte densité de plantation.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Avec une forte densité de plantation (16,67 plants / m² obtenus avec la géométrie suivante : 0,4 m x 0,3 m x 2 plants par poquet) quatre programmes d'interventions sur seuil contre les chenilles carpo-phages ont été comparés au programme d'interventions calendaires recommandé au Développement (Tableau 1).

Tableau 1 : programmes de protection comparés

	programmes de protection	seuils utilisés en nombre de chenilles pour 25 plants	
		du 45 ^{ème} au 90 ^{ème} JAL	au delà du 90 ^{ème} JAL
A	programme recommandé		
B	programme d'interventions sur seuil	5	5
C	programme d'interventions sur seuil	2	5
D	programme d'interventions sur seuil	3	3
E	programme d'interventions sur seuil	1	3

JAL = JAL

Le programme d'interventions calendaires recommandé comprenait 6 applications réalisées à 14 jours d'intervalle, la première étant effectuée au 45^{ème} JAL. Les deux premières applications ont utilisé l'endosulfan à 500 g / ha et les suivantes une association pyrèthrin-oïde organo-phosphoré (cyperméthrine chlorpyrifos éthyl à 36 – 150 g / ha). Pour les programmes d'interventions sur seuil, l'endosulfan à 500 g /ha a été utilisé jusqu'au 66^{ème}

JAL (inclus) et la même association pyréthriinoïde organo-phosphoré a été employée par la suite.

3.2 dispositif statistique

Le dispositif statistique adopté a été celui des blocs de Fisher à 12 répétitions. La parcelle élémentaire comprenait 8 lignes de 10 mètres de long (soit 32 m²) mais seules les 6 lignes centrales ont été protégées lors des applications calendaires ou sur seuil.

3.3 conduite de la culture

La variété utilisée fut NTA 88 – 6. Elle a été semée le 10 juin et la levée eut lieu le 14 juin. En dehors des interventions phytosanitaires (la première application calendaire ayant été réalisée le 25 juillet), toutes les pratiques culturales (entretien contre l'enherbement, fertilisation minérale, etc) ont été celles recommandées au Développement. En particulier la fertilisation minérale comportait 150 kg/ha d'engrais complet et de 50 kg/ha d'urée.

3.4 observations

3.4.1 ravageurs carpophages

Ces observations hebdomadaires ont débuté au 44^{ième} JAL. Par parcelle elles ont été effectuées sur 25 plants pris sur les 2 lignes centrales. L'ensemble de chaque plant a été examiné et les différentes espèces carpophages (*Helicoverpa armigera* Hübner, *Diparopsis watersi* Rotschild et *Earias*) ont été distinguées lors des dénombrements.

3.4.2 rétention des organes fructifères

Ces observations par parcelle ont été effectuées sur les mêmes plants que ceux ayant servi aux dénombrements de chenilles carpophages. Cependant elles n'ont été réalisées qu'au 44^{ième}, 65^{ième} et 86^{ième} JAL. Pour chaque plant on a examiné la première position de chacune des 10 premières branches fructifères. On a alors noté l'absence ou la présence d'un organe fructifère sur chaque position avec sa nature (bouton floral, fleur épanouie ou capsule).

3.4.3 abscission

A partir du 30^{ième} JAL, on a ramassé tous les 2 jours par parcelle les organes fructifères tombés dans l'interligne central. Ces organes ont été triés puis dénombrés en organes troués par une chenille carpophage et en organes non troués sans distinction de la nature de l'organe.

3.4.5 analyse de la production

Avant les récoltes de coton-graine, on a délimité par parcelle un tronçon de ligne de 1,5 mètre sur une ligne centrale. Tous les cotonniers présents sur un tronçon ont été examinés de manière détaillée pour leur production. Pour chaque branche fructifère jusqu'à la 15^{ième} et pour chaque position de chacune d'elles jusqu'à la 3^{ième} on a noté l'absence ou la présence d'un organe fructifère avec sa nature en considérant les catégories habituelles : capsules entièrement saines, capsules partiellement saines, capsules pourries et capsules momifiées. Pour les branches végétatives on s'est contenté de noter le nombre de capsules dans chacune de ces catégories.

La récolte du coton graine des cotonniers présents sur ces tronçons de ligne s'est opérée comme suit par parcelle :

dans un premier temps on n'a récolté que le coton graine des capsules présentes sur les premières positions des premières branches fructifères jusqu'à la 15^{ième} (par groupe de 5 branches fructifères successives). Puis on a récolté séparément le coton graine porté par les branches végétatives et celui restant sur tous les plants examinés.

3.4.6 estimation des rendements

La production des 4 lignes centrales de chaque parcelle a été récoltée. A ces productions on a ajouté celles des cotonniers examinés précédemment pour estimer les rendements en coton graine de chaque parcelle.

4 Résultats

Le complexe des chenilles carpophages au sein de cette étude a été dominé pendant presque toute la campagne par *D. watersi* ou *Earias* sp comme le montre le tableau 2. Lors du premier pic d'infestations apparu pendant la deuxième décade du mois d'août ces deux espèces sont d'ailleurs seules présentes (Figure 1). Lors du deuxième pic d'infestation qui marque la fin du mois de septembre la représentation des trois espèces carpophages est plus équilibrée mais *D. watersi* et *Earias* sp restent toujours les espèces dominantes (Figure 1). Par ailleurs, les niveaux moyens d'infestations en chenilles carpophages (toutes espèces confondues) sont demeurés très faibles : ils ne dépassent 2 chenilles pour 100 plants qu'aux moments des pics (le 21 août et le 25 septembre).

Tableau 2 : importances relatives des espèces carpophages

	<i>H</i> <i>armigera</i>	<i>D</i> <i>watersi</i>	<i>Earias</i>
07-août	0,00	57,14	42,86
14-août	0,00	75,00	25,00
21-août	0,00	39,39	60,61
28-août	0,00	50,00	50,00
04-sep	0,00	0,00	100,00
11-sep	18,75	62,50	18,75
18-sep	45,83	12,50	41,67
25-sep	21,62	54,05	24,32
02-oct	33,33	11,11	55,56
09-oct	20,00	80,00	0,00
campagne	16,02	44,75	39,23

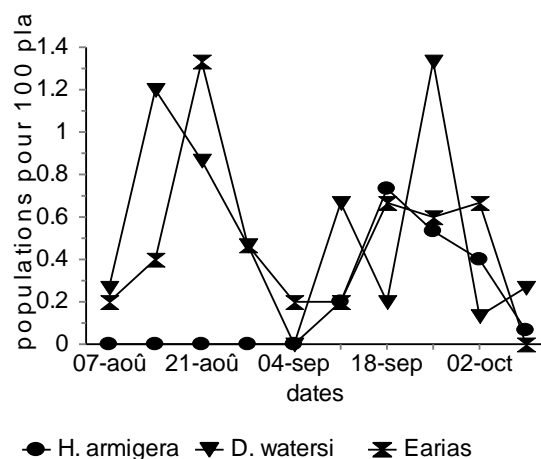


Figure 1 : dynamiques des principales espèces carpophages

En conséquence très peu d'interventions sur seuil ont été effectuées. Elles furent toutes réalisées avant le 90^{ième} JAL et n'ont concerné que les parcelles de l'objet E (seuil de 1 chenille carpophage pour 25 plants). Une seule parcelle de cet objet n'a pas reçu d'application. Les autres parcelles ont reçu en général une seule (une parcelle en a toutefois reçu deux). La majorité de ces parcelles ont reçu une association pyréthri-noïde organo-phosphoré, trois parcelles n'ayant reçu que de l'endosulfan. Les parcelles des objets B, C, et D n'ayant reçu aucune intervention sont donc restées non traitées pendant toute la campagne. En conséquence dans les analyses qui suivront deux contrastes ont été utilisés. Leurs coefficients sont donnés dans le tableau 3.

Tableau 3 : coefficients des contrastes utilisés

	Programmes de protection				
	A	B	C	D	E
1	4	-1	-1	-1	-1
2	0	1	1	1	-3

Le premier contraste compare les performances du programme vulgarisé à la moyenne des performances des programmes d'interventions sur seuil qu'il y ait eu ou non des interventions. Le second contraste compare les performances du seul programme d'interventions sur seuil ayant connu des applications à la moyenne des performances des objets restés non traités. Dans les tableaux, les résultats de ces contrastes sont présentés ainsi : + < (> ou =) -, selon que la moyenne des objets affectés du signe positif pondérée par la valeur de leur coefficients est inférieure (supérieure ou égale) à la moyenne des objets affectés du signe négatif pondérée par la valeur de leurs coefficients suivi de la signification en % du contraste.

Le meilleur contrôle des chenilles carpophages (quelle que soit l'espèce considérée même si l'analyse n'a porté que sur le cumul des espèces) a été procuré par le programme de protection vulgarisé (Tableau 4). A l'inverse les parcelles des objets restés non traités présentent en moyenne les infestations cumulées les plus élevées. Enfin, le niveau de contrôle des chenilles carpophages par le seul programme d'interventions sur seuil ayant connu des applications se situe entre ces deux groupes d'objets.

Tableau 4 : effets des programmes de protection
sur les infestations de chenilles carpophages
cumul de 10 observations sur 25 plants

	<i>H armigera</i>	<i>D Watersi</i>	<i>Earias</i>	cumul	
A	0,00	0,58	0,58	1,17	a
B	0,92	1,75	1,75	4,42	c
C	0,75	1,83	1,08	3,67	bc
D	0,17	1,42	1,75	3,33	bc
E	0,58	1,17	0,75	2,50	b
F programme	NA	NA	NA	10,19	
Signification en %				0,0	
Contrastes					
1				+<- 0,0	
2				+>- 0,6	

En considérant les deux périodes distinguées dans les niveaux d'infestations requis pour les interventions phytosanitaires sur seuil, on note qu'avant le 90^{ième} JAL le programme vulgarisé (4 applications ayant déjà été effectuées) et le programme d'interventions sur seuil E (1 application en moyenne) procure le même niveau de contrôle des chenilles carpophages, les autres objets restés non traités présentant les niveaux d'infestations les plus élevés (Tableau 5).

Au delà du 90^{ième} JAL, le meilleur contrôle des chenilles carpophages est procuré par le programme vulgarisé et les autres objets étant restés non traités pendant cette période se classent très logiquement en fonction des infestations qui furent retenus pour les interventions phytosanitaires sur seuil au niveau de chacun d'eux : les niveaux d'infestation les plus élevés sont donc observés pour les objets B et C et les plus faibles pour les objets D et E (Tableau 5).

Tableau 5 : effets des programmes de protection
sur les infestations de chenilles carpophages
cumul de 5 observations sur 25 plants par période

	cumul des chenilles carpophages			
	avant 90 j		après 90 j	
	5 observations		5 observations	
A	0,92	a	0,25	a
B	1,33	ab	3,08	c
C	1,58	ab	2,08	bc
D	1,92	b	1,42	b
E	1,00	ab	1,50	b
F programme	2,78		8,57	
Signification en %	3,8		0,0	
Contrastes				
1	+<- 5,5		+<- 0,0	
2	+>- 3,7		+>- 9,2	

Dans l'évolution moyenne des taux de rétention des organes fructifères situés sur les premières positions de branche fructifère on ne note une baisse sensible que pour les cinq premières branches fructifères entre le 62^{ième} et le 87^{ième} JAL (Tableau 6). Des différences entre les programmes de protection n'apparaissent dans ces taux de rétention qu'au 87^{ième} JAL. Elles ne mettent en évidence de manière significative que la supériorité du programme

vulgarisé par rapport aux programmes d'interventions sur seuil pour les premières positions des dix premières branches fructifères (Tableau 6).

Tableau 6 : effets des programmes de protection en cours de campagne sur les taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifères

taux de rétention sur les premières positions des branches fructifères à différentes dates en jours après la levée						
1 à 5				6 à 10		
	41	62	87		62	87
A	100,0	99,0	71,9	a	99,3	92,6
B	100,0	98,8	68,2	ab	100,0	88,1
C	100,0	98,3	63,8	b	99,1	87,1
D	100,0	99,7	67,8	ab	99,2	85,5
E	100,0	99,7	69,6	ab	100,0	89,0
F programme	NA	1,55	2,96		NA	2,53
Signification en %		20,4	3,0			5,3
Transformation		Bliss	bliss			Bliss
Contrastes						
1		+>- 92,9	+>- 2,0			+>- 0,9
2		+<- 17,2	+<- 14,8			+<- 30,8

NA : non analysé

La supériorité du programme de protection vulgarisé dans les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère est toujours observée à la récolte (Tableau 7). On note également mais de manière significative uniquement à 10 % un meilleur taux de rétention des organes fructifères en première position sur les branches fructifères 6 à 10 pour le seul programme d'intervention sur seuil ayant connu des applications par rapport aux autres programmes d'interventions sur seuil (Tableau 7).

Tableau 7 : effets des programmes de protection sur les taux de rétention à la récolte des organes fructifères situés en première position de branche fructifère

taux de rétention des organes fructifères en première position des branches fructifères					
	1 à 5		6 à 10		11 à 15
A	57,7	a	30,3	a	0,6
B	52,1	ab	18,0	b	3,8
C	47,1	b	22,2	ab	0,3
D	49,1	ab	24,7	ab	1,1
E	51,9	ab	26,7	ab	2,2
F programme	2,77		3,34		NA
Signification en %	3,8		1,8		
Transformation	bliss		bliss		
Contrastes					
1	+>- 0,6		+>- 1,5		
2	+<- 38,1		+<- 9,9		

Cependant, les meilleures performances du programme de protection vulgarisé au niveau de ces taux de rétention ne se sont pas traduites, quelles que soient les périodes distinguées, par des abscissions d'organes fructifères plus faibles qu'elles soient ou non provoquées (sains ou troués) par des ravageurs carpophages (Tableau 8).

Tableau 8 : effets des programmes de protection
sur les volumes des abscissions d'organes fructifères
nombre d'organes tombés pour 4 m²

	avant 90 j sains	après 90 j sains	cumul campagne sains	Avant 90 j Troués	après 90 j troués	cumul campagne troués
A	76,9	129,8	206,8	13,4	15,8	29,3
B	80,1	123,1	203,2	14,5	14,6	29,1
C	89,9	127,1	217,0	14,6	15,0	29,6
D	86,1	129,2	215,3	12,5	16,0	28,5
E	87,6	126,9	214,5	15,8	13,4	29,3
F programme	1,12	0,34	0,54	0,70	0,65	0,03
Signification en %	36,2	85,1	71,3	54,9	63,5	99,0
Transformation				Racine	log	Log
Contrastes						
1	+<- 12,0	+>- 52,9	+<- 54,4	+<- 55,3	+>- 53,1	+>- 94,0
2	+<- 71,1	+<- 92,6	+<- 77,5	+<- 24,0	+>- 22,1	+ = -

Dans la production de coton graine sans noter de différence dans sa répartition à l'échelle de plants (88,5 % étant en moyenne issue des premières positions des 10 premières branches fructifères), on observe une supériorité du programme de protection vulgarisé accompagnée d'un meilleur taux de capsules entièrement saines (Tableau 9).

Tableau 9 : effets des programmes de protection
sur la production et ses caractéristiques

	taux de capsules entièrement saines	rendement en kg/ha		part de la production issue des premières positions des branches	
				1 à 5	6 à 10
A	90,6	1520,8	a	67,1	21,1
B	86,5	1498,7	a	71,8	18,5
C	88,0	1315,1	c	70,6	18,0
D	85,3	1302,1	c	65,1	23,0
E	86,7	1384,1	b	69,4	18,1
F programme	1,52	33,4		0,48	0,90
Signification en %	21,3	0,0		75,1	47,6
Transformation	bliss			bliss	bliss
contrastes					
1	+>- 4,9	+>- 0,0		+<- 69,4	+>- 54,7
2	+<- 95,7	+<- 56,0		+<- 97,2	+>- 74,6

L'absence de différence de production statistiquement significative entre le programme de protection vulgarisé et le premier programme d'interventions sur seuil (programme B) pourrait résulter de la floraison avant le 90^{ième} JAL de la plupart des organes fructifères intervenant le plus dans la production (Figure 2) d'autant que pendant cette période (avant le 90^{ième} JAL) les infestations en chenilles carpophages des parcelles de l'objet B n'ont pas été très différentes de celles du programme vulgarisé ni de celles du programme E (Tableau 5).

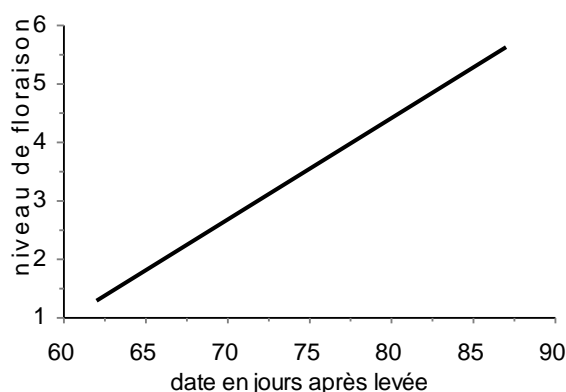


Figure 2 : évolution moyenne du niveau de floraison au sein de cette étude

Par ailleurs, le programme d'interventions sur seuil E a produit significativement plus de coton graine que les programmes d'interventions sur seuil C et D. Ce résultat pourrait également provenir d'un meilleur contrôle des chenilles carpophages avant le 90^{ième} JAL (Tableau 10) en liaison toujours avec la floraison avant cette date des organes participant le plus à la production.

Tableau 10 : nombre de fois où les infestations parcellaires en chenilles carpophages avant le 90^{ième} JAL ont été supérieures ou égales à 1 chenille pour 25 plants

	nombre de fois où les infestations ont été supérieures ou égales à 1 chenille / 25 plants
A	11 sur 60
B	15 sur 60
C	19 sur 60
D	20 sur 60
E	12 sur 60

D'ailleurs en examinant les résultats de production des parcelles restées non traitées pendant toute la campagne on s'aperçoit que seules les infestations de chenilles carpophages présentes avant le 90^{ième} jour avant la levée ont pu avoir une incidence sur la production (Tableau 11).

Tableau 11 : rendement moyen (en kg/ha) des parcelles non traitées selon qu'elles ont connu ou non des infestations de chenilles carpophages au cours de deux périodes

	avant le 90 ^{ième} jour après la levée	après le 90 ^{ième} jour après la levée
parcelles n'ayant jamais connu d'infestation	1440,6	1296,9
parcelles ayant connu des infestations	1360,9	1384,1

5 Conclusions et discussion

Les infestations de chenilles carpophages n'ont pas été très élevées au sein de cette étude et leur incidence sur la production a été relativement faible : 147 kg/ha séparent le rendement moyen des parcelles ayant reçu le programme de protection vulgarisé du rendement moyen des parcelles restées non traitées pendant toute la campagne.

Par ailleurs, il semble que seules les infestations de chenilles carpophages présentes avant le 90^{ième} JAL ont eu une incidence sur la production. En conséquence pour les fortes densités de plantation la protection des organes fructifères des premiers sites des cinq premières branches fructifères (qui fleurissent avant le 90^{ième} JAL) a été déterminante sur la production. Même si ce résultat est un peu plus faible que celui des campagnes précédentes (peut en raison de la pluviométrie), ces organes ont procuré en moyenne 68,9 % de la production totale des parcelles.

La protection de ces organes fructifères pourrait être assurée par des interventions insecticides calendaires mais pour limiter leurs effets néfastes sur la santé humaine et sur l'environnement des interventions insecticides sur seuil vis-à-vis des chenilles carpophages pourraient être envisagées. Le seuil de 1 chenille pour 25 plants pourrait être adopté avant le 90^{ième} JAL car ce programme a donné en moyenne les mêmes performances économiques que le programme vulgarisé (sur la base de 5 000 FCFA/ha pour le coût d'une intervention phytosanitaire et de 200 F CFA/kg pour le prix d'achat du coton graine) : 274 176 F CFA/ha pour le programme vulgarisé contre 271 823 F CFA pour le programme d'intervention utilisant ce seuil avant le 90^{ième} JAL. Ce seuil de 1 chenille carpophage pour 25 plants présenterait par ailleurs l'avantage de simplifier l'observation de ces ravageurs car dès qu'une chenille est observée l'observation est arrêtée et le traitement décidé. Cependant il ne faut pas confondre la décision basée sur ce seuil avec une décision basée sur la présence ou l'absence de ces ravageurs car il est relatif à un nombre de plants examinés.

Ces premiers résultats encourageants méritent d'être confirmés dans des contextes de pression parasitaire différents avant de pouvoir les recommander au Développement. Ils concernent en particulier la possibilité de limiter les programmes d'interventions phytosanitaires à la protection des organes fructifères intervenant le plus dans la production des fortes densités de plantation et la possibilité de réaliser les interventions phytosanitaires pendant cette période en fonction de seuil d'infestations pour les chenilles carpophages (celui de 1 chenille pour 25 plants pouvant être, dans un premier temps, adopté).

Par ailleurs, des études mériteraient d'être également entreprises à propos du choix des matières actives (pyréthrinoides ou alternatives) qui seraient les mieux adaptées à ces interventions sur seuil contre les chenilles carpophages avant le 90^{ième} JAL.

Enfin, au regard des taux de rétention en capsules entièrement saines des organes fructifères situés en première position des cinq premières branches fructifères (44,2 % pour

la première position de la première branche contre en moyenne 56,0 % pour les premières positions des quatre branches fructifères suivantes avec le programme vulgarisé, 34,7 % contre 45,3 % en non traité et 40,8 % contre 47,5 % lorsque des applications sur seuil ont été réalisées) on doit rechercher des possibilités d'améliorer le taux de rétention de l'organe fructifère de la première position de la première branche fructifère. Si ce faible taux résultait d'attaques de ravageurs piqueurs suceurs présents avant le 45^{ième} JAL, l'emploi d'un insecticide systémique en traitement de semences ou une intervention phytosanitaire plus précoce se révélerait intéressant.

INTERET D'UN TRAITEMENT DE SEMENCES DANS LES PROGRAMMES DE PROTECTION DU COTONNIER AU MALI

1 Justification

Dans les régions de Sikasso et de Bougouni les mirides et les jassides sont apparus comme étant des ravageurs importants de la culture cotonnière même si les pressions qu'ils exercent sont variables au cours d'une même campagne et suivant les sites et les années. Les programmes de protection actuellement développés ne permettent de les contrôler au mieux qu'à partir du 45^{ième} JAL dans la mesure où les matières actives employées lors des premières applications foliaires sont judicieusement choisies. Cependant ces ravageurs sont susceptibles d'entraîner des pertes d'organes fructifères avant cette date. Elles affecteront alors les premiers organes fructifères apparus dont l'importance est grande au niveau de la production d'une parcelle. Il conviendrait donc de pouvoir limiter l'incidence de ces ravageurs.

2 Objectifs

Le premier objectif de cette étude a été d'évaluer l'intérêt d'un traitement des semences avec un insecticide systémique pour limiter l'incidence des mirides et des jassides en début de campagne. Le second objectif a été de préciser l'intérêt de ce traitement de semences en fonction des programmes de protection actuellement développés.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Les trois programmes de protection de la culture cotonnière actuellement développés en milieu réel (programme d'interventions calendaires, programme de lutte étagée ciblée et programme d'interventions sur seuil) ont été comparés avec et sans traitement préalable des semences par un insecticide systémique (Tableau 1).

Tableau 1 : programmes de protection comparés

		traitement semences
A	programme d'interventions calendaires	non
B	programme d'interventions calendaires	oui
C	programme de lutte étagée ciblée	non
D	programme de lutte étagée ciblée	oui
E	programme d'interventions sur seuil	non
F	Programme d'interventions sur seuil	oui

Le programme d'interventions calendaires comprenait 6 applications réalisées à 14 jours d'intervalle et débutait au 45^{ième} JAL. Le seuil d'infestation de 5 chenilles carpophages pour 25 plants a été utilisé pour le programme de lutte étagée ciblée et le programme d'interventions sur seuil sensu stricto. L'endosulfan à 500 g/ha a été employé lors des premières applications jusqu'à la mi-août. Au delà de la mi-août, il a été remplacé par une association pyréthrinioïde organo-phosphoré (cyperméthrine chlorpyrifos éthyl 36 150 g/ha). Pour le traitement des semences la formulation Cruiser 350 FS (thiamétoxam) a été employée à raison de 300 ml de produit commercial pour 100 kg de semences (soit à 1,05 % en matière active).

3.2 dispositif statistique

Pour avoir plus de précision dans l'analyse des effets du traitement de semences, un dispositif factoriel à 6 répétitions a été choisi. La parcelle élémentaire comprenait 8 lignes de 10 mètres (soit 64 m² avec une géométrie de semis de 0,8 m x 0,3 m x 2 plants par poquets). Seules les 6 lignes centrales de chaque parcelle ont été protégées lors des applications.

3.3 conduite de la culture

La variété utilisée était NTA 88 – 6. Elle a été semée le 11 juin et le premier traitement calendaire eu lieu le 25 juillet. En dehors des interventions phytosanitaires, toutes les pratiques culturales (densité de plantation, entretien contre l'enherbement, fertilisation minérale, etc) ont été celles recommandées au Développement.

3.4 observations

3.4.1 chenilles carpophages

Ces observations hebdomadaires ont débuté au 44^{ième} JAL. Par parcelle elles ont été effectuées sur 25 plants pris sur les 4 lignes centrales. L'ensemble de chaque plant a été examiné et les différentes espèces (*Helicoverpa armigera* Hübner, *Diparopsis watersi* Rotschild et *Earias*) ont été distinguées lors des dénombrements.

3.4.2 infestations d'insectes piqueurs suceurs

Ces observations ont été réalisées toutes les deux semaines à partir du 30^{ième} JAL. A chaque date on a examiné 10 plants pris sur l'une des lignes centrales de chaque parcelle. Pour les pucerons, on a dénombré par plant les feuilles infestées en examinant les 5 feuilles terminales. Pour les aleurodes, les jassides et les mirides, seule la 5^{ième} feuille terminale en partant du sommet du plant a été examinée. Les populations de jassides et d'aleurodes y ont été dénombrées et une cotation de dégâts de mirides a été effectuée (échelle de Coaker).

3.4.3 rétention des organes fructifères

Ces observations par parcelle ont été effectuées sur les mêmes plants que ceux ayant servis aux dénombrements de chenilles carpophages. Cependant elles n'ont été réalisées qu'au 44^{ième} JAL, au 15 août et au 89^{ième} JAL. Pour chaque plant on a examiné la première position de chacune des 10 premières branches fructifères. On a noté l'absence ou la présence d'un organe fructifère et sa nature sur chaque position.

3.4.4 analyse de la production

Avant les récoltes de coton-graine, on a délimité par parcelle un tronçon de ligne de 1,5 mètre sur une ligne centrale. Tous les cotonniers présents sur un tronçon ont été examinés de manière détaillée pour leur production. Pour chaque branche fructifère jusqu'à la 15^{ième} et pour chaque position de chacune d'elles jusqu'à la 3^{ième} on a noté l'absence ou la présence de l'organe fructifère en considérant les catégories habituelles : capsules entièrement saines, capsules partiellement saines, capsules pourries et capsules momifiées. Pour les branches végétatives on s'est contenté de noter pour l'ensemble le nombre de capsules dans chacune de ces catégories.

La récolte du coton graine des cotonniers présents sur ces tronçons de ligne s'est opérée comme suit par parcelle :

dans un premier temps on n'a récolté que le coton graine des capsules présentes sur les premières positions des premières branches fructifères jusqu'à la 15^{ième} (par groupe de 5 branches fructifères successives). Puis on a récolté séparément le coton graine porté par les branches végétatives et celui restant sur tous les plants examinés.

3.4.5 estimation des rendements

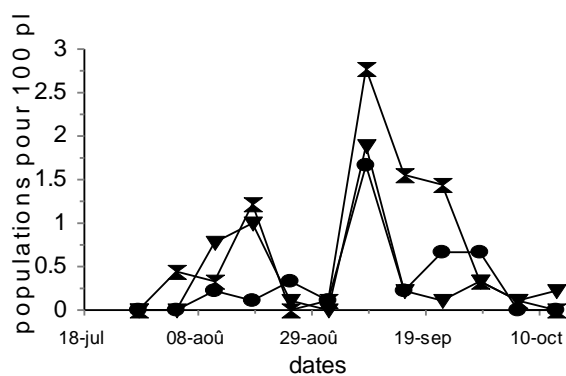
La production des 4 lignes centrales de chaque parcelle a été récoltée. A ces productions on a ajouté celles des cotonniers examinés précédemment pour estimer les rendements en coton graine de chaque parcelle.

4 Résultats

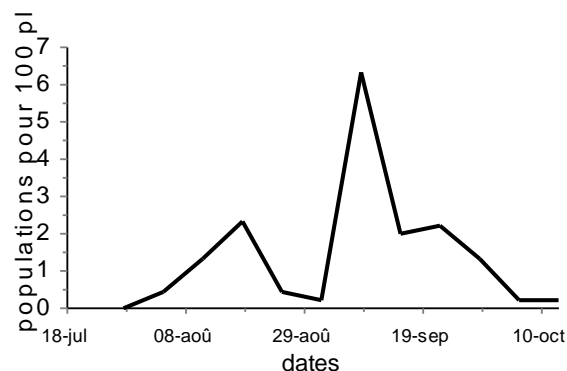
Les infestations de chenilles carpophages ont presque toujours été dominées par *Earias* sp (Tableau 2). Les deux autres espèces habituelles ont par contre joué un rôle comparable. Les dynamiques des trois principales espèces ont été relativement semblables si on excepte le début de la campagne au cours duquel *H. armigera* est resté très discret (Figure 1). Deux pics principaux d'infestations apparaissent alors : l'un à la fin de la deuxième décade du mois d'août et l'autre un peu plus important à la fin de la première décade de septembre (Figure 1). Cependant les niveaux d'infestations (toutes espèces confondues) n'ont jamais été très élevés (Figure 2) : ils sont toujours restés inférieurs à 7 chenilles pour 100 plants.

Tableau 2 : importance relative (en %) des différentes espèces carpophages au cours de la campagne

	<i>H</i> <i>armigera</i>	<i>D</i> <i>watersi</i>	<i>Earias</i>
04-août	0,0	0,0	100,0
11-août	16,7	5,8	25,0
18-août	4,8	4,3	52,4
25-août	75,0	2,5	0,0
01-sep	50,0	0,0	50,0
08-sep	26,3	3,0	43,9
15-sep	11,1	1,1	77,8
22-sep	30,0	0,5	65,0
29-sep	50,0	2,5	25,0
06-oct	0,0	5,0	50,0
13-oct	0,0	10,0	0,0
campagne	23,4	27,9	48,7



● *H. armigera* ▼ *D. watersi* ✕ *Earias*



— cumul carpophages

Figure 1 : dynamiques des différentes espèces carpophages

Figure 2 : dynamique des infestations cumulées

Une seule parcelle a connu au moment du deuxième pic une infestation égale à 5 chenilles pour 25 plants et a en conséquence été traitée puisqu'elle appartenait à l'objet F. Les parcelles qui devaient recevoir le programme de lutte étagée ciblée (objets C et D) n'ont donc reçu que des demi doses d'insecticides pendant toute la campagne et, à l'exception d'une seule, les parcelles qui devaient recevoir un programme d'interventions sur seuil sensu stricto sont restées non traitées pendant toute la campagne.

Dans le contrôle des ravageurs carpophages on ne note de différences significatives qu'à propos des programmes de protection car l'application d'un insecticide systémique en traitement de semences est sans effet. La supériorité du programme d'interventions calendaires est observée sur chacune des espèces mais elle n'est significative que pour *H. armigera* et *Earias* (Tableau 3). Les différences significatives notées en faveur du programme d'interventions sur seuil par rapport au programme de lutte étagée ciblée dans le contrôle des populations d' *H. armigera* et de l'ensemble des chenilles carpophages (Tableau 3) sont inexplicables.

Tableau 3 : effets des programmes de protection et du traitement de semences sur les infestations de chenilles carpophages (cumul de 14 observations sur 25 plants)

	<i>H. armigera</i>		<i>D. watersi</i>		<i>Earias</i> sp		cumul carpophages
programme calendaire	0,3	a	0,6		1,1	a	1,9 a
lutte étagée ciblée	1,8	c	1,7		3,0	b	6,4 c
interventions sur seuil	1,0	b	1,3		2,2	a	4,5 b
F programme	9,74		3,15		6,77		26,4
Signification en %	0,1		5,9		0,4		0,0
pas de traitement de semences	1,0		1,3		2,2		4,4
traitement de semences	1,0		1,1		2,0		4,1
F traitement de semences	0,00		0,42		0,15		0,13
Signification en %	99,0		53,0		70,1		71,9
F interaction	0,12		0,58		0,15		1,06
Signification en %	88,7		57,1		86,0		36,4
Transformation			log				log

Les infestations de jassides n'ont pas été très fortes au sein de cette étude car en moyenne elles sont restées inférieures à 1 jasside par feuille qui est le seuil d'infestations utilisé pour intervenir dans les pays où ces ravageurs provoquent de sérieux dégâts. Des différences statistiquement significatives entre les programmes de protection et la réalisation ou non d'un traitement de semences (Tableaux 4 et 5) apparaissent lors des deux pics d'infestations (Figures 3 à 6). Elles se maintiennent plus longtemps lors du deuxième pic en considérant les infestations par feuille plutôt que les pourcentages de plants infestés. Ces différences montrent l'infériorité du programme de traitement sur seuil pour le contrôle de ces ravageurs et l'intérêt d'un traitement de semences avec un insecticide systémique. Cependant on ne peut certainement pas attribuer ce dernier effet à une action insecticide de la matière active employée car au moment où il se manifeste les cotonniers sont déjà âgés respectivement de 71 jours et 113 jours.

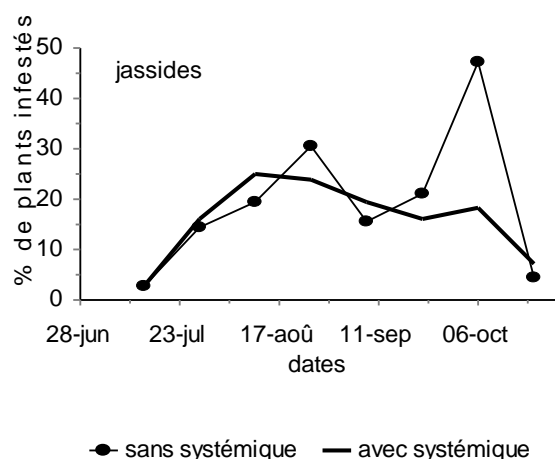


Figure 3 : effet du traitement de semences sur les infestations de jassides (% de plants infestés)

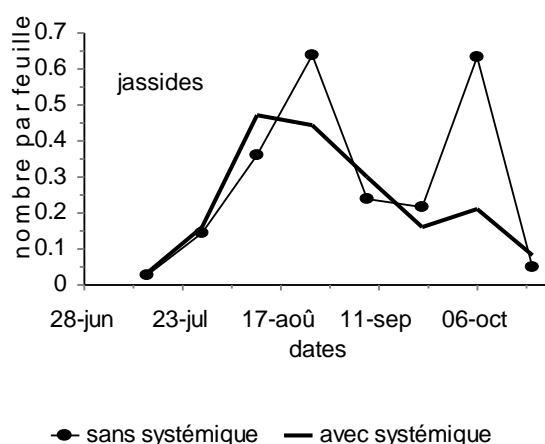


Figure 4 : effet du traitement de semences sur les infestations de jassides (populations par feuille)

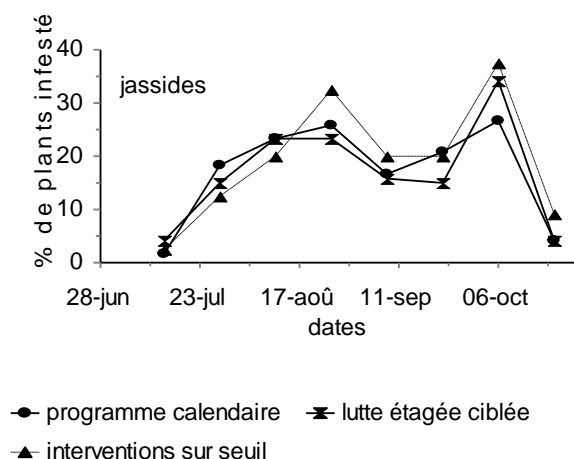


Figure 5 : effets des programmes de protection sur les infestations de jassides (% de plants infestés)

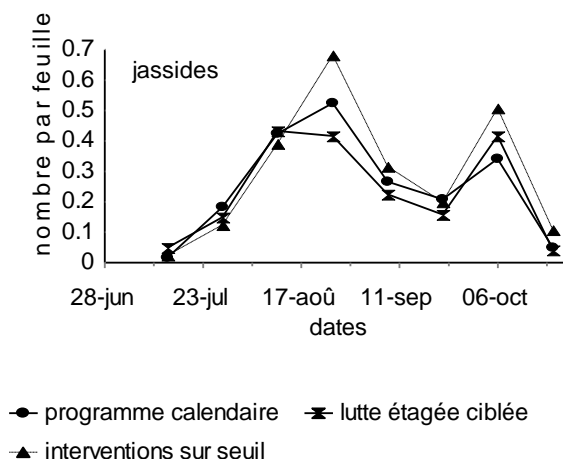


Figure 6 : effet des programmes de protection sur les infestations de jassides (populations par feuille)

Tableau 4 : effets des modalités sur les infestations de jassides
(% de plants infestés)

	% de plants infestés par jassides à différentes dates en jours après la levée							
	29	43	57	71	85	99	113	127
programme calendaire	1,7	18,3	23,3	25,8ab	16,7	20,8	26,7	4,2
lutte étagée ciblée	4,2	15,0	23,3	23,3a	15,8	15,0	34,2	4,2
interventions sur seuil	2,5	12,5	20,0	32,5b	20,0	20,0	37,5	9,2
F programme	0,95	1,31	0,77	4,49	0,48	2,71	2,73	2,51
Signification en %	40,2	28,9	47,7	2,1	62,7	8,4	8,3	10,0
pas de traitement de semences	2,8	14,4	19,4	30,6b	15,6	21,1	47,2b	4,4
traitement de semences	2,8	16,1	25,0	23,9a	19,4	16,1	18,3a	7,2
F traitement de semences	0,00	2,16	3,36	6,37	1,64	3,95	95,3	1,59
Signification en %	99,0	15,1	7,6	1,8	21,0	5,5	0,0	21,7
F interaction	2,85	2,33	0,31	1,94	0,81	0,68	8,29	0,08
Signification en %	7,5	11,6	73,7	16,3	46,0	52,2	0,2	92,1
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Tableau 5 : effets des modalités sur les infestations de jassides
(nombre par feuille)

	nombre de jassides par feuille à différentes dates en jours après la levée							
	29	43	57	71	85	99	113	127
programme calendaire	0,02	0,18	0,42	0,53a	0,27	0,21	0,34a	0,05a
lutte étagée ciblée	0,05	0,15	0,43	0,42a	0,23	0,16	0,42a	0,04a
interventions sur seuil	0,03	0,13	0,39	0,68b	0,32	0,20	0,51b	0,11a
F programme	1,42	2,14	0,1	6,35	0,78	1,59	7,50	3,60
Signification en %	26,0	13,7	90,3	0,6	47,3	22,2	0,3	4,2
pas de traitement de semences	0,03	0,14	0,36	0,64b	0,24	0,22b	0,63b	0,05
traitement de semences	0,03	0,16	0,47	0,44a	0,30	0,16a	0,21a	0,08
F traitement de semences	0,11	0,52	1,95	1,02	1,04	4,36	195,05	2,27
Signification en %	74,2	48,4	17,2	0,4	32,0	4,5	0,0	14,1
F interaction	3,38	2,25	0,59	3,84	1,5	0,87	7,94	0,19
Signification en %	4,9	12,4	56,7	3,5	24,2	43,3	0,2	83,0
Transformation						log	log	

Toutefois si un effet était attribuable au thiaméthoxam utilisé pour le traitement des semences, il serait plus important (interactions significatives dans les tableaux 4 et 5) avec les nouveaux programmes de protection diffusés (lutte étagée ciblée et programme d'intervention sur seuil) que pour le programme d'interventions calendaires (Tableau 6).

Tableau 6 : interactions significatives
entre traitement de semences et programmes de protection

	infestations de jassides		
	% plants infestés	populations par feuille	
		à 71 JAL	à 113 JAL
A	33,3 b	0,52 b	0,47 b
B	20,0 a	0,53 b	0,22 a
C	50,0 c	0,62 b	0,63 c
D	18,3 a	0,22 a	0,20 a
E	58,3 c	0,78 b	0,80 d
F	16,7 a	0,58 b	0,22 a

Les infestations de mirides ont été légèrement plus faibles que celles de jassides au regard des pourcentages de plants présentant des dégâts. Vis-à-vis de ces ravageurs on ne note pratiquement pas d'effet des programmes de protection sauf au moment du pic apparu au 113^{ième} JAL (avec des grades d'attaques toutefois plus faibles qu'en début de campagne) au cours duquel l'infériorité du programme d'intervention sur seuil apparaît en l'absence de traitement de semences (Figures 9 et 10 et Tableaux 7 et 8). Au cours de ce même pic on note par contre comme pour les jassides un effet positif du traitement de semences (Figures 7 et 8 et Tableaux 7 et 8) qui ne peut toujours pas s'expliquer par une action insecticide de la matière active utilisée. Mais comme pour les jassides, cet effet est plus important (au regard des taux de plants présentant des dégâts : interaction significative dans le tableau 7) pour les nouveaux programmes que pour le programme de protection calendaire (Tableau 9). A l'inverse l'effet positif du traitement de semences qui est noté au 43^{ième} JAL (Figures 7 et 8) pourrait résulter d'une action insecticide de la matière employée mais cet effet n'est toutefois pas significatif.

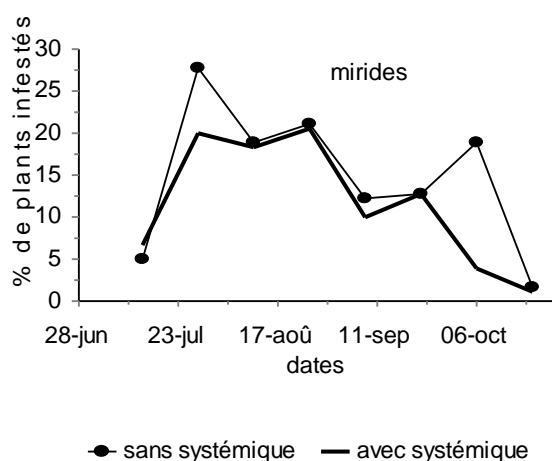


Figure 7 : effet du traitement de
semences sur les infestations
de mirides
(% de plants avec dégâts)

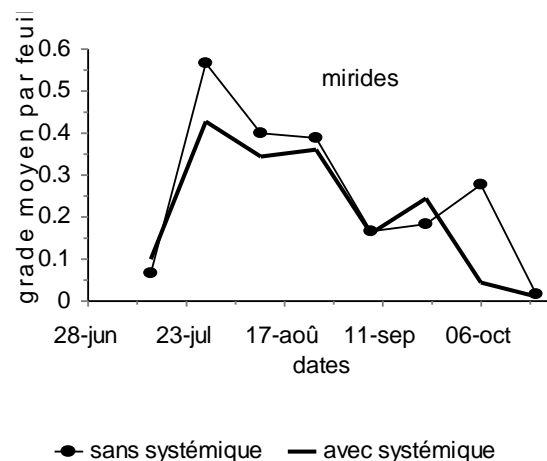


Figure 8 : effet du traitement de
semences sur les infestations
de mirides
(grade moyen par feuille)

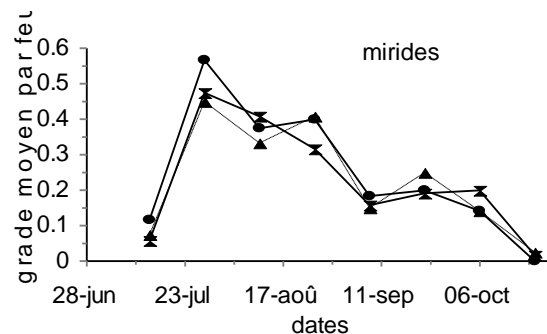
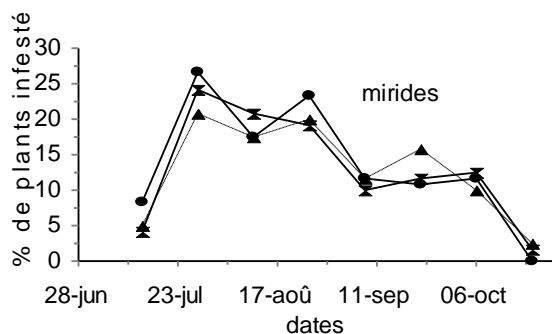


Figure 9 : effets des programmes de protection sur les infestations de mirides (% de plants avec dégâts)

Figure 10 : effet des programmes de protection sur les infestations de mirides (grade moyen par feuille)

Tableau 7 : effets des modalités sur les infestations de mirides
(% de plants ayant des dégâts)

[illegible]

Tableau 8 : effets des modalités sur les infestations de mirides
(grade moyen de dégât par feuille)

	grade moyen de dégât de mirides par feuille à différentes dates en jours après la levée							
	29	43	57	71	85	99	113	127
programme calendaire	0,12	0,57	0,38	0,40	0,18	0,20	0,14	0,00
lutte étagée ciblée	0,06	0,48	0,41	0,32	0,16	0,19	0,20	0,02
interventions sur seuil	0,08	0,45	0,33	0,41	0,15	0,25	0,14	0,03
F programme	0,57	0,39	0,25	0,59	0,20	0,59	0,68	0,91
Signification en %	57,9	68,3	78,5	56,8	81,9	56,7	51,8	41,9
pas de traitement de semences	0,07	0,57	0,40	0,39	0,17	0,18	0,28b	0,02
traitement de semences	0,10	0,43	0,34	0,36	0,16	0,24	0,04a	0,01
F traitement de semences	0,52	1,51	0,41	0,13	0,02	1,66	24,6	0,13
Signification en %	48,2	22,9	53,6	71,9	89,7	20,7	0,0	72,2
F interaction	0,57	1,97	0,37	0,26	0,67	0,34	2,64	0,13
Signification en %	57,9	15,8	69,9	77,7	52,3	71,8	9,0	87,9

Tableau 9 : interaction significative
entre traitement de semences et programmes de protection

	% plants avec dégâts au 113 JAL
A	15,0 bc
B	8,3 abc
C	21,7 c
D	3,3 ab
E	20,0 c
F	0,0 a

Les infestations d'aleurodes ont présenté deux pics : le premier au cours de la deuxième décade du mois d'août et le second de la fin septembre au début octobre. Ces infestations n'ont pas été très élevées en nombre d'individus par feuille mais les pourcentage de plants infestés ont été relativement forts. On ne note d'effet des modalités étudiées qu'au moment du deuxième pic d'infestation (Tableaux 10 et 11 et figures 11 à 14). A cette période l'infériorité du programme d'intervention sur seuil dans le contrôle des infestations d'aleurodes est mise en évidence et comme pour les infestations de jassides et de mirides l'intérêt du traitement de semences apparaît de manière significative. Cet effet reste toujours inexplicable par une activité insecticide de la matière active utilisée d'autant qu'au 43^{ème} JAL une différence significative en défaveur du traitement de semences est notée.

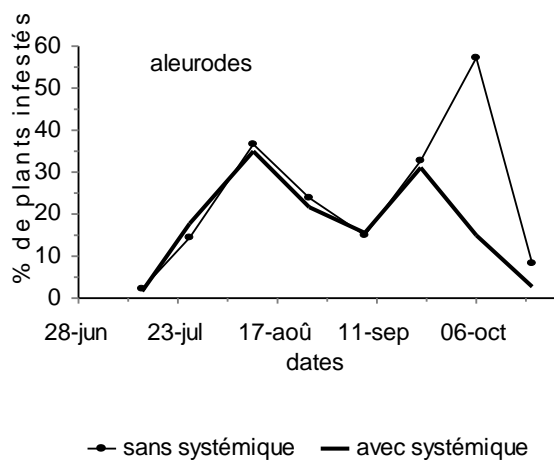


Figure 11: effet du traitement de semences sur les infestations d'aleurodes (% de plants avec dégâts)

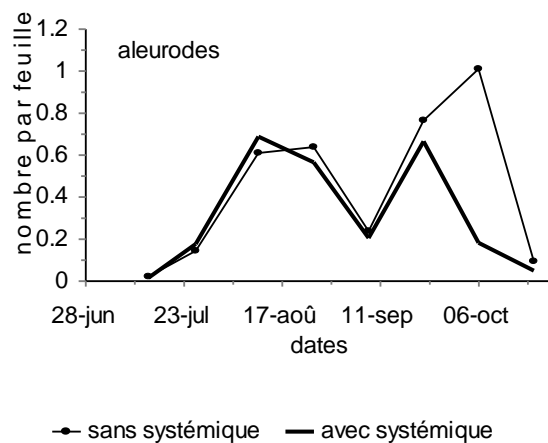


Figure 12 : effet du traitement de semences sur les infestations d'aleurodes (nombre par feuille)

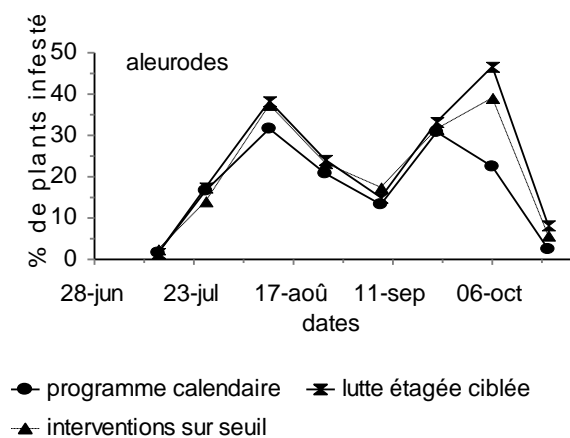


Figure 13 : effets des programmes de protection sur les infestations d'aleurodes (% de plants infestés)

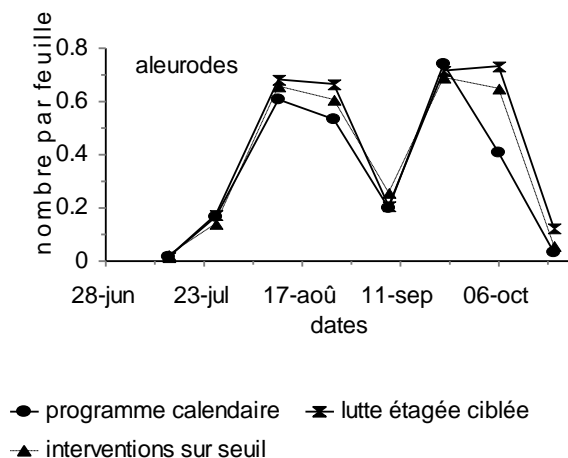


Figure 14 : effet des programmes de protection sur les infestations d'aleurodes (population par feuille)

L'interaction significative notée au 99^{ième} jour après la levée ne permet pas de différencier les modalités de l'essai par le test de Newman Keuls à 5 %.

Tableau 10 : effets des modalités sur les infestations d'aleurodes
(% de plants infestés)

	% de plants infestés par aleurodes à différentes dates en jours après la levée							
	29	43	57	71	85	99	113	127
programme calendaire	1,67	16,67	31,67	20,83	13,33	30,83	22,50a	2,50
lutte étagée ciblée	1,67	17,50	38,33	24,17	15,00	33,33	46,67b	8,33
interventions sur seuil	2,50	14,17	37,50	23,33	17,50	31,67	39,17b	5,83
F programme	0,14	1,06	1,81	0,68	2,05	0,18	11,82	0,66
Signification en %	87,2	36,2	18,2	51,9	14,8	83,7	0,0	52,9
pas de traitement de semences	2,22	14,44a	36,67	23,89	15,00	32,78	57,22b	8,33
traitement de semences	1,67	17,78b	35,00	21,67	15,56	31,11	15,00a	2,78
F traitement de semences	0,14	4,36	0,24	0,82	0,00	0,38	85,9	1,07
Signification en %	71,4	4,5	63,6	37,9	96,5	55,0	0,0	31,3
F interaction	0,14	0,49	1,70	0,42	1,47	4,87	0,75	0,77
Signification en %	87,2	62,5	20,2	66,8	24,9	1,6	48,9	47,8
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Tableau 11 : effets des modalités sur les infestations d'aleurodes
(population par feuille)

	nombre d'aleurodes par feuille à différentes dates en jours après la levée							
	29	43	57	71	85	99	113	127
programme calendaire	0,02	0,17	0,61	0,53	0,20	0,74	0,41a	0,03
lutte étagée ciblée	0,02	0,18	0,68	0,67	0,21	0,72	0,73b	0,13
interventions sur seuil	0,03	0,14	0,66	0,61	0,26	0,69	0,65b	0,06
F programme	0,14	0,67	0,56	0,55	0,55	0,08	9,05	1,39
Signification en %	87,2	52,4	58,5	58,8	58,6	92,4	0,1	26,7
pas de traitement de semences	0,02	0,14	0,61	0,64	0,24	0,77	1,01b	0,09
traitement de semences	0,02	0,18	0,69	0,57	0,21	0,67	0,18a	0,05
F traitement de semences	0,14	1,86	1,73	0,48	0,34	0,95	167,27	0,92
Signification en %	71,4	18,2	19,8	50,0	57,2	34,1	0,0	35,0
F interaction	0,14	0,15	0,80	0,04	0,13	3,99	2,00	0,70
Signification en %	87,2	85,8	46,2	96,4	88,0	3,1	15,4	50,9
Transformation	log				log			

Les infestations de pucerons n'ont pas été très importantes au cours de cette campagne : au maximum 10 % des feuilles et 30 % des plants ont été infestés. Ce pic d'infestation est apparu relativement tôt au cours de la campagne (57^{ième} JAL). Mais les différences statistiquement significatives entre programmes de protection et l'effet positif du traitement de semences (Tableaux 12 et 13 et Figures 15 à 18), toujours aussi inexplicable par une activité insecticide, sont apparus en fin de campagne avec des niveaux d'infestations très faibles (<10 % de plants infestés et < 2 % de feuilles infestées). A l'inverse de ce que l'on a observé pour les autres insectes piqueurs suceurs, le programme d'interventions sur seuil a alors présenté les plus faibles infestations. Ce résultat pourrait ne provenir que d'une compétition entre ces espèces pour coloniser la plante.

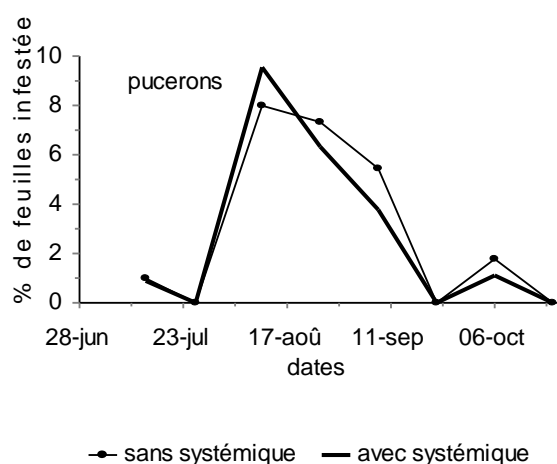


Figure 15: effet du traitement de semences sur les infestations de pucerons (% de feuilles infestées)

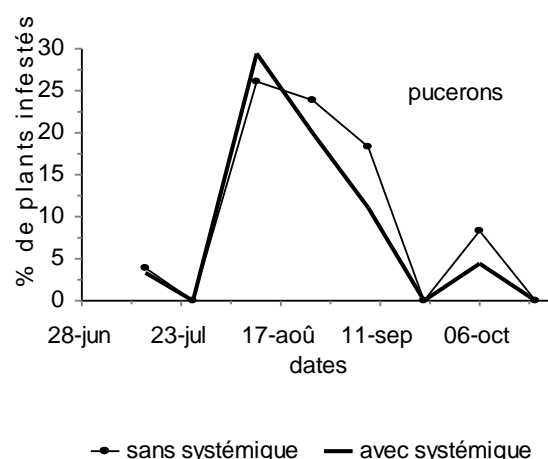


Figure 16 : effet du traitement de semences sur les infestations de pucerons (% de plants infestés)

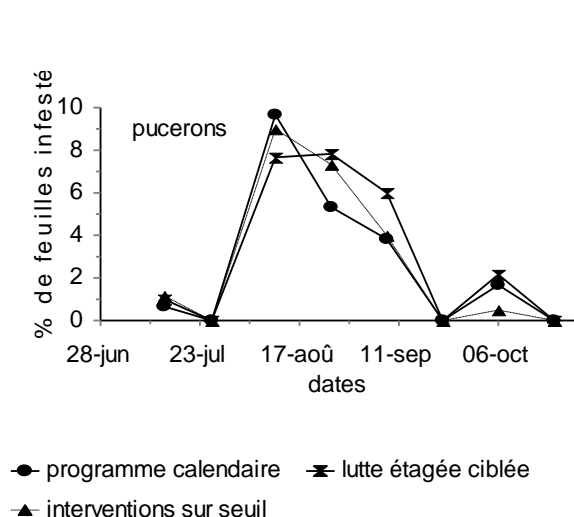


Figure 17 : effets des programmes de protection sur les infestations de pucerons (% de feuilles infestées)

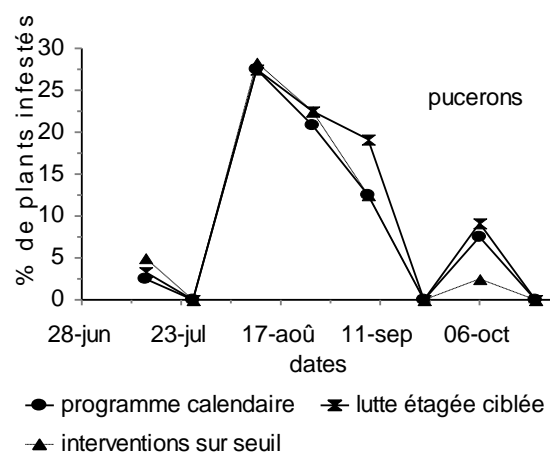


Figure 18 : effet des programmes de protection sur les infestations de pucerons (% de plants infestés)

Comme pour les jassides et les mirides, l'interaction significative entre traitement de semences et programmes de protection apparue au 113^{ème} jour après la levée (Tableaux 12 et 13), est probablement due à une action en proportion plus marquée du traitement de semences avec les nouveaux programmes de protection (lutte étagée ciblée et traitements sur seuil) comme le montre le tableau 14.

Tableau 12 : effets des modalités sur les infestations de pucerons

	% de feuilles infestées par pucerons à différentes dates en jours après la levée							
	29	43	57	71	85	99	113	127
programme calendaire	0,67	0,00	9,67	5,33	3,83	0,00	1,67b	0,00
lutte étagée ciblée	1,00	0,00	7,67	7,83	6,00	0,00	2,17b	0,00
Interventions sur seuil	1,17	0,00	9,00	7,33	4,00	0,00	0,50a	0,00
F programme	0,31	NA	0,31	1,52	1,10	NA	12,32	NA
Signification en %	73,9		73,7	23,8	34,8		0,0	
pas de traitement de semences	1,00	0,00	8,00	7,33	5,44	0,00	1,78b	0,00
traitement de semences	0,89	0,00	9,56	6,33	3,78	0,00	1,11a	0,00
F traitement de semences	0,09		0,82	0,30	2,44		6,11	
Signification en %	76,0		37,8	59,7	12,7		2,0	
F interaction	0,93		0,33	2,52	1,79		13,75	
Signification en %	40,9		72,7	9,9	18,6		0,0	
Transformation	bliss		bliss	bliss	bliss		bliss	

NA : non analysé

Tableau 13 : effets des modalités sur les infestations de pucerons

	% de plants infestés par pucerons à différentes dates en jours après la levée							
	29	43	57	71	85	99	113	127
programme calendaire	2,50	0,00	27,50	20,83	12,50	0,00	7,50 b	0,00
lutte étagée ciblée	3,33	0,00	27,50	22,50	19,17	0,00	9,17 b	0,00
interventions sur seuil	5,00	0,00	28,33	22,50	12,50	0,00	2,50 a	0,00
F programme	0,47	NA	0,01	0,36	1,07	NA	11,22	NA
Signification en %	63,5		99,0	70,4	35,9		0,0	
pas de traitement de semences	3,89	0,00	26,11	23,89	18,33	0,00	8,33 b	0,00
traitement de semences	3,33	0,00	29,44	20,00	11,11	0,00	4,44 a	0,00
F traitement de semences	0,09		0,83	0,42	3,44		7,75	
Signification en %	76,0		37,4	53,1	7,2		1,0	
F interaction	0,67		0,53	1,96	0,65		11,76	
Signification en %	52,4		59,8	16,1	53,3		0,0	
Transformation	bliss		bliss	bliss	bliss		bliss	

NA : non analysé

Tableau 14 : interaction significative entre traitement de semences et programmes de protection sur les infestations de pucerons

	infestations de pucerons au 113 JAL	
	% de feuilles infestées	% de plants infestés
A	3,0 c	13,3 c
B	1,3 b	6,7 b
C	1,0 ab	5,0 ab
D	0,3 ab	1,7 ab
E	3,0 c	11,7 c
F	0,0 a	0,0 a

Dans l'évolution des taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère on n'observe de chute importante qu'entre le 63^{ième} et le 90^{ième} JAL pour les cinq premières branches et entre le 90^{ième} JAL et la récolte (réalisée au 20 novembre : 160 jours après la levée) pour les cinq branches fructifères suivantes (Figure 19).

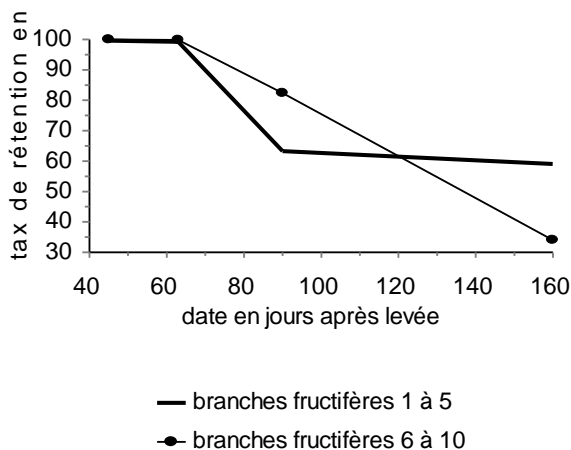


Figure 19 : évolution moyenne des taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère

Les effets des programmes de protection qui ne sont observés que pour les premières positions des branches fructifères 6 à 10 apparaissent dès le 90^{ième} JAL et montrent une faiblesse du programme d'interventions sur seuil (Tableau 16). L'effet positif du traitement de semences n'apparaît significatif qu'à la récolte pour les premières positions des cinq premières branches fructifères mais il est déjà significatif à 10 % au 90^{ième} JAL (Tableau 15)

Tableau 15 : effets des modalités sur les taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 1 à 5

	taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère				
	date en jours après levée			récolte	
	45	63	90		
programme calendaire	99,2	99,3	67,3	62,3	
lutte étagée ciblée	99,7	99,3	60,3	59,0	
interventions sur seuil	100,0	99,1	62,5	56,0	
F programme	NA	NA	1,59	1,54	
Signification en %			22,3	23,2	
pas de traitement de semences	99,4	99,1	60,2	55,9	b
traitement de semences	99,8	99,3	66,6	62,3	a
F traitement de semences			3,10	4,39	
Signification en %			8,7	4,4	
F interaction			1,48	1,60	
Signification en %			24,5	22,0	
Transformation			bliss	bliss	

Tableau 16 : effets des modalités sur les taux de rétention des organes fructifères situés en première position des branches fructifères 6 à 10

	taux de rétention des organes fructifères en première position de branche fructifère					
	date en jours après levée					
	45	63	90	récolte		
programme calendaire	100,0	100,0	86,6	a	33,8	ab
lutte étagée ciblée	100,0	99,8	77,7	b	39,8	a
interventions sur seuil	100,0	99,8	82,1	ab	28,7	b
F programme	NA	NA	3,41		5,17	
Signification en %			4,8		1,3	
pas de traitement de semences	100,0	99,8	79,9		33,2	
traitement de semences	100,0	99,9	84,4		35,1	
F traitement de semences	NA	NA	0,97		0,38	
Signification en %			33,6		55,2	
F interaction			1,14		0,54	
Signification en %			33,6		59,7	
Transformation			bliss		bliss	

Aucun effet des modalités étudiées n'est mis en évidence dans les productions à l'hectare et leur qualité mesurée à travers le taux de capsules entièrement saines (Tableau 17). Par contre avec le programme d'interventions calendaires et le programme d'interventions sur seuil la part jouée par les premières positions des 5 premières branches fructifères dans la production est plus forte (Tableau 17). Pour la part jouée par les premières positions des cinq branches fructifères suivantes l'intérêt d'un traitement de semences n'apparaît que pour le programme d'intervention sur seuil à travers une interaction significative (26,6 % contre 17,9 %). Cependant cet effet résulte d'une part plus faible jouée par les premières positions de cinq premières branches fructifères pour ce même programme avec traitement de semences : 43,0 % contre 58,4 % sans traitement de semences.

Tableau 17 : effets des modalités étudiées sur la production de coton graine et ses caractéristiques

	rendement en kg/ha	taux de capsules entièrement saines	part de production issue des premières positions des branches fructifères		
			1 à 5	6 à 10	
programme calendaire	1836,6	89,5	54,9	a	25,8
lutte étagée ciblée	1816,4	85,9	40,2	b	25,0
interventions sur seuil	1821,6	86,4	50,7	a	22,3
F programme	0,34	2,04	6,09		1,51
Signification en %	72,0	14,9	0,7		23,9
pas de traitement de semences	1824,2	86,3	50,7		23,8
traitement de semences	1825,5	88,2	46,5		24,9
F traitement de semences	0,00	1,18	1,65		0,55
Signification en %	94,9	28,8	20,8		47,0
F interaction	0,03	0,06	3,29		5,26
Signification en %	97,3	93,7	5,3		1,2
Transformation		bliss	bliss		bliss

5 Conclusions et discussion

A l'exception des pucerons, le meilleur contrôle des ravageurs de la culture cotonnière a été obtenu par l'application d'un programme d'interventions calendaires. Cependant les pressions parasitaires ont été dans l'ensemble relativement faibles de sorte que cette supériorité ne s'est pas traduite par un supplément de production par rapport au programme de lutte étagée ciblée et par rapport aux parcelles restées non traitées (car la plupart des parcelles devant recevoir des interventions sur seuils n'ont pas été protégées). D'ailleurs on ne note de différences entre les programmes de protection dans les taux de rétention des organes fructifères situés en première position de branche fructifère que pour les branches fructifères 6 à 10. Mais ces différences sont faibles et ces positions participent en moyenne pour moins de 25 % à la production totale des plants alors que près de 50 % provient des positions équivalentes sur les 5 premières branches fructifères. En conséquence sur le plan économique aucune intervention phytosanitaire ne se justifiait au sein de cette étude compte tenu des pressions parasitaires observées en particulier celles de chenilles carpophages.

Par ailleurs cette étude pourrait confirmer la justesse de la valeur du seuil d'infestations de chenilles carpophages choisi pour décider d'une intervention phytosanitaire contre ces ravageurs (5 chenilles carpophages pour 25 plants), dans des conditions de culture comparables à celles de cette étude. Cependant ce seuil n'a été atteint qu'une seule fois (une seule parcelle) le 8 septembre et pendant toute la campagne, en dehors de cette date, le niveau d'infestations en chenilles carpophages a toujours été inférieur à 3 chenilles pour 25 plants. Au 8 septembre deux parcelles ont présenté des infestations en chenilles carpophages supérieures ou égales à 4 chenilles pour 25 plants et 10 parcelles des infestations en chenilles carpophages supérieures ou égales à 3 chenilles pour 25 plants.

L'intérêt d'un traitement de semences avec le thiamétoxam n'est jamais apparu comme on aurait dû s'y attendre en début de campagne vis-à-vis de certains insectes piqueurs suceurs. La dose d'utilisation de cette matière active était peut être trop faible pour que son efficacité insecticide se manifeste ou les pressions de ces ravageurs n'étaient pas suffisantes pour la révéler.

Par contre des effets bénéfiques inattendus de ce traitement semences sont apparus très tardivement à la fois contre tous les ravageurs piqueurs suceurs (avec une efficacité souvent meilleure pour les nouveaux programmes de protection) et sur les taux de rétention des organes fructifères, bien que sans incidence sur la production. Mais ces effets peuvent difficilement être attribuables à une activité insecticide à la date à laquelle ils sont apparus.

En l'absence des effets attendus en début de campagne du traitement de semences qui a été réalisé au sein de cette étude, cette expérimentation doit être reprise avec soit une autre matière active (par exemple l'imidaclopride) soit une dose d'utilisation plus élevée de thiamétoxam. Par ailleurs les effets positifs observés en fin de campagne sur l'ensemble des insectes piqueurs suceurs avec un traitement de semences au thiamétoxam méritent qu'on en recherche les raisons en particulier au niveau de la physiologie des plants.

Si la confirmation de l'intérêt économique des deux nouveaux programmes de protection en cours de diffusion au Mali (lutte étagée ciblée et programme d'intervention sur seuil) reste une priorité, les résultats de cette campagne suggèrent que des expérimentations à propos du seuil d'intervention actuellement adopté vis-à-vis des chenilles carpophages soient conduites. En effet, les infestations en chenilles carpophages des parcelles qui auraient dû connaître des interventions dépendant de leurs niveaux d'infestation ont pratiquement

toujours été inférieures à 3 chenilles pour 25 plants. On pourrait en effet penser que c'est grâce au maintien des infestations en dessous de ce niveau qu'aucune infériorité de production n'a été notée pour ces nouveaux programmes de protection. Ce seuil d'infestation mériterait alors d'être adopté dans ces nouveaux programmes de protection soit pendant toute la durée d'une campagne soit pendant certaines périodes (en particulier en début de campagne). Mais des études complémentaires sont nécessaires.

RECHERCHE DE VARIETES DE COTONNIER ADAPTEES AUX CONDITIONS DE CULTURE BIOLOGIQUE AU MALI

1 Justification

La culture biologique du cotonnier a été initiée au Mali par Helvétas au cours de ces dernières années. Cette culture qui s'appuie sur des technologies plus ou moins élaborées, est pratiquée avec du matériel végétal qui n'a pas été évalué dans ces conditions spécifiques. Dès lors, pour améliorer la productivité, qui est encore assez faible, l'obtention de variétés bien adaptées à ces conditions s'impose.

En 2002 une première étude reposant sur la mise en place de deux expérimentations n'avait pas permis d'identifier une variété mieux adaptée que les autres à ces conditions de culture. Ce résultat tenait en partie à la proximité des comportements des variétés comparées, aux conditions très différentes (potentialité des sites, pressions parasitaires, suivi de certaines pratiques) dans lesquelles se sont déroulées ces deux expérimentations et à l'hétérogénéité propre à chaque expérimentation (CV de 35,5 % pour le rendement à Kolondiéba et de 30,7 % à Yanfolila).

2 Objectifs

En 2003, l'objectif général de l'étude a été légèrement modifié car il consistait à appréhender les comportements de variétés susceptibles d'être vulgarisées actuellement au Mali dans la diversité des situations rencontrées en culture biologique au niveau des zones d'intervention d'Helvétas et de sélectionner celle qui s'y adapterait le mieux.

3 Matériel et méthodes

3.1 modalités étudiées

Les cinq mêmes variétés qu'en 2002 ont de nouveau été comparées dans les deux zones d'intervention d'Helvétas (Tableau 1).

Tableau 1 : variétés étudiées

Objets	Variétés
A	NTA 88 - 6
B	NTA 93 - 2
C	NTA 90 - 5
D	NTA 93 - 15
E	STAM 59 - A

3.2 dispositif statistique

Huit parcelles paysannes ont été choisies au niveau de chaque zone. Au niveau de chaque parcelle trois répétitions ont été implantées. Pour permettre une analyse de regroupement,

un tirage aléatoire a été effectué pour chaque parcelle paysanne dans chaque zone. La parcelle élémentaire comprenait 3 lignes de 25 mètres de long.

3.3 observations

3.3.1 infestations de ravageurs piqueurs suceurs

A partir du 30^{ième} JAL, toutes les deux semaines on a observé les infestations d'insectes piqueurs suceurs suivants : jassides, pucerons, mirides et aleurodes. Dix plants ont été sélectionnés par parcelle sur la ligne centrale. Ces plants pouvaient changer d'une observation à l'autre. Pour les pucerons (aptères uniquement) on a noté par plant le nombre de feuilles infestées en examinant les cinq feuilles terminales. Pour les jassides (tous les stades confondus) et les aleurodes (uniquement les adultes) les populations présentes sur la 5^{ième} feuille terminale (en partant du sommet du plant et en descendant vers le bas) de chacun de ces plants ont été relevées. Pour les mirides l'observation, faite toujours au niveau des mêmes plants, on a noté la gravité des dégâts qu'ils auront provoqués sur la 5^{ième} feuille terminale (en partant du sommet du plant et en descendant vers le bas) en utilisant la grille de cotation de Coacker.

3.3.2 mapping complet à la récolte

Avant les récoltes de coton-graine, on a délimité par parcelle un tronçon de 1,5 mètre sur la ligne centrale. Tous les cotonniers présents sur un tronçon ont été examinés de manière détaillée. Le numéro du nœud de la première branche fructifère a été relevé ainsi que le nombre total de nœuds formés sur la tige principale et la hauteur du plant à partir du nœud cotylédonaire. Pour chaque branche fructifère de chaque plant et pour chaque position fructifère apparue sur chacune branche fructifère jusqu'à la troisième on a noté l'absence ou la présence d'un organe fructifère avec sa nature en considérant les catégories habituelles : capsules entièrement saines, capsules partiellement saines, capsules pourries et capsules momifiées. Pour les branches végétatives on s'est contenté de noter pour l'ensemble des branches le nombre de positions apparues et les nombres de capsules dans chacune de ces catégories.

La récolte du coton graine des cotonniers présents sur ces tronçons de ligne s'est opérée comme suit par parcelle :

dans un premier temps on n'a récolté que le coton graine des capsules présentes sur les premières positions des premières branches fructifères jusqu'à la 15^{ième} (par groupe de 5 branches fructifères successives). Puis on a récolté séparément le coton graine porté par les branches végétatives et celui restant sur tous les plants examinés.

3.3.3 estimation des rendements

Par parcelle, la production de coton graine de la ligne centrale a été récoltée. Cette production (ajoutée à celle des cotonniers examinés) a servi à l'estimation du rendement en coton graine de la parcelle.

3.3.4 stand à la récolte

Enfin, les nombres de plants et de poquets présents sur la ligne centrale de chaque parcelle ont été relevés après la récolte de coton graine. Par ailleurs, des mesures d'inter-rangs ont été faites au sein de chaque répétition de chaque essai.

4 Résultats

Réalisations expérimentales

A Kolondiéba seules 6 parcelles ont été concernées par cette étude alors qu'à Yanfolila l'étude a été mise en place dans les 8 parcelles prévues. A Kolondiéba la levée moyenne des études se situe au 17 juin avec des variations du 13 au 22 juin suivant les parcelles. A Yanfolila les semis ont été plus tardifs de sorte que la levée moyenne se situe au 3 juillet avec des variations du 24 juin au 8 juillet suivant les parcelles.

Infestations de jassides

Les infestations de jassides ont été beaucoup plus fortes à Yanfolila qu'à Kolondiéba (Figures 1 à 4 en annexe 1). Les infestations ont été croissantes du début à la fin de la campagne dans les deux zones d'interventions mais cette croissance a été plus rapide à Yanfolila qu'à Kolondiéba.

A Yanfolila où les infestations moyennes par feuille et par observation ont été 10 fois plus élevées, des différences variétales significatives sont notées (Tableau 2). Les variétés les plus résistantes sont STAM 59 A et NTA 92 2. Toutefois en considérant les infestations moyennes sur l'ensemble de la campagne ces différences variétales apparaissent négligeables. D'ailleurs ces différences variétales ne sont observées qu'en début de campagne (Figure 5 et 6) lorsque les infestations sont encore relativement faibles. Lorsqu'elles sont élevées les différences variétales disparaissent. En conséquence la résistance relative de ces deux variétés aux jassides n'apparaît pas suffisante pour les préférer dans cette zone d'intervention. D'ailleurs à Kolondiéba où pourtant les infestations sont très faibles aucune différence variétale n'est observée (Tableau 2). Il en est de même lorsque l'on considère l'ensemble des deux zones d'interventions (Tableau 2). En raison des comportements différents de l'ensemble des variétés dans les deux zones d'intervention, l'interaction frôle la signification à 5 % lorsque l'on considère le pourcentage moyen de plants infestés par les jassides.

Tableau 2 : effets des variétés sur les infestations de jassides
(moyenne par observation)

	% de plants infestés			nombre moyen par feuille et observation		
	Yanfolila	Kolondiéba	Deux Zones	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones
NTA 88 - 6	51,6 b	9,9	31,5	1,62 a	0,15	0,99
NTA 93 - 2	47,6 a	9,7	29,2	1,52 a	0,15	0,93
NTA 90 - 5	51,9 b	9,3	31,2	1,60 a	0,14	0,98
NTA 93 - 15	48,6 ab	11,2	30,7	1,52 a	0,16	0,94
STAM 59 - A	47,0 a	9,9	29,0	1,49 a	0,16	0,92
F variété	5,61	0,62	1,86	3,23	0,23	1,72
Signification en %	0,2	65,6	13,0	2,6	91,6	15,7
F interaction champ	1,27	1,26	1,44	1,00	1,65	1,22
Signification en %	21,4	24,9	5,7	48,6	7,8	19,6
Transformation	bliss	bliss	bliss			racine

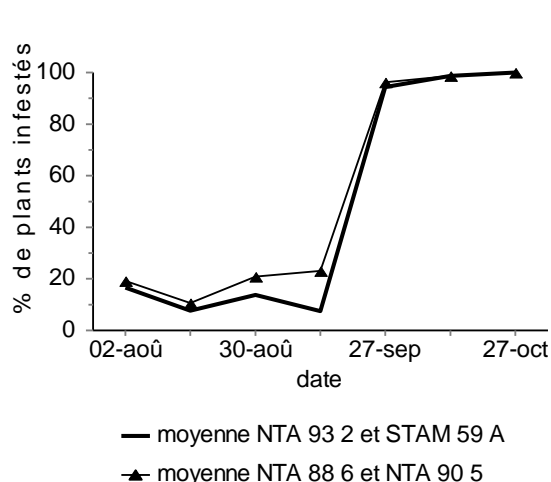


Figure 5 : comparaison des dynamiques de jassides en fonction des variétés

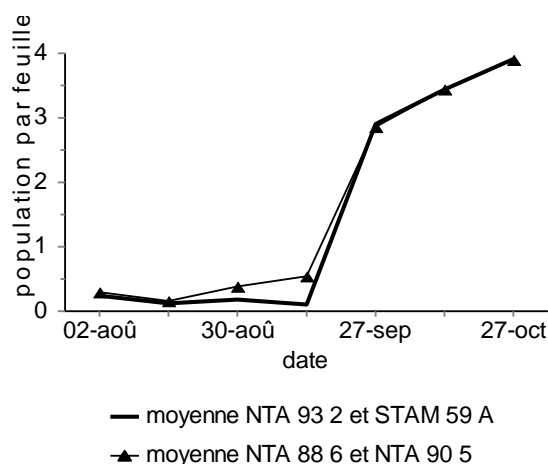


Figure 6 comparaison des dynamiques de jassides en fonction de variétés

Infestations d'aleurodes

Comme pour les jassides mais à un degré moindre, les aleurodes ont été plus abondants à Yanfolila qu'à Kolondiéba (Figure 7 à 10 en annexe 2). Dans les deux zones les populations sont croissantes du début à la fin de la campagne mais cette croissance est à la fois plus rapide et plus brutale à Yanfolila qu'à Kolondiéba. Aucune différence variétale significative n'est notée dans les infestations d'aleurodes quelle que soit l'observation ou l'échelle de l'analyse (Tableau 3). Par ailleurs le comportement relatif de ces variétés est indépendant des niveaux d'infestations puisque l'interaction entre les variétés et les parcelles paysannes n'est jamais significative alors qu'elles ont connu des infestations fort différentes en particulier lorsque l'on compare les deux zones d'interventions (Tableau 3).

Tableau 3 : effets des variétés sur les infestations d'aleurodes
(moyenne par observation)

	% de plants infestés			nombre moyen par feuille et observation		
	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones
NTA 88 - 6	44,5	11,7	28,8	1,62	0,55	1,16
NTA 93 - 2	45,0	11,4	28,9	1,62	0,48	1,13
NTA 90 - 5	44,3	10,3	27,9	1,63	0,44	1,12
NTA 93 - 15	45,3	11,9	29,4	1,65	0,49	1,15
STAM 59 - A	43,8	10,7	27,9	1,62	0,47	1,13
F variété	1,10	1,17	2,07	0,20	0,84	0,61
Signification en %	37,8	35,2	9,7	93,3	51,7	73,5
F interaction champ	1,30	0,58	0,69	1,03	0,77	0,85
Signification en %	19,0	90,5	92,8	44,7	72,9	74,6
Transformation	Bliss	bliss	bliss			

Infestations de mirides

La fréquence et la gravité des dégâts de mirides sont également plus fortes à Yanfolila qu'à Kolondiéba (Figure 11 à 14 en annexe 3). Leurs évolutions sont régulièrement croissantes du début à la fin de la campagne dans les deux zones (avec toutefois un pic intermédiaire à la mi août à Kolondiéba) mais contrairement aux jassides et aux aleurodes on ne note pas de différence entre les deux zones dans la rapidité de cette croissance. Des différences variétales significatives ne sont notées qu'à Yanfolila (Tableau 4). Si elles ne permettent pas de distinguer les variétés dans les fréquences et les gravités moyennes des dégâts sur l'ensemble de la campagne, elles semblent plus constantes au cours de la campagne contrairement à celles mises en évidence à propos des jassides (Figure 15 et 16). C'est surtout la variété NTA 93 15 qui se distingue par des fréquences et des gravités de dégâts plus fortes et les variétés NTA 93 2 et NTA 90 5 par leurs plus faibles. Aucune interaction avec les parcelles paysannes n'est significative (Tableau 4).

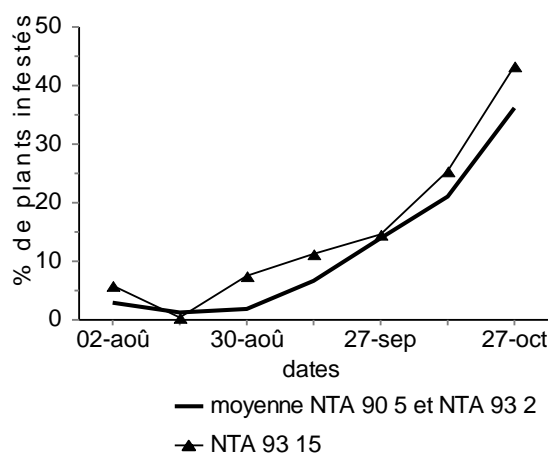


Figure 15 : comparaison des dynamiques de mirides en fonction des variétés

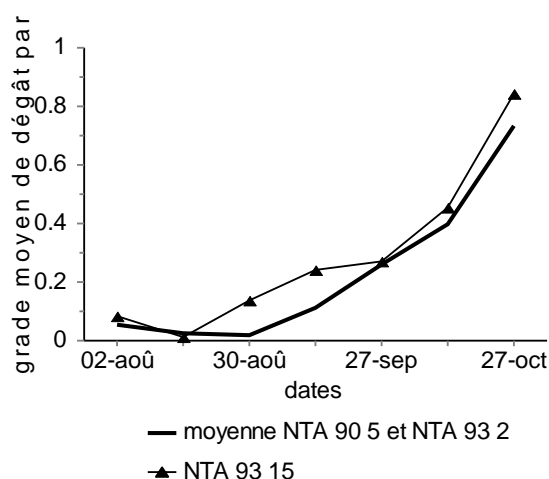


Figure 16 : comparaison de l'évolution des dégâts de mirides en fonction des variétés

Tableau 4 : effets des variétés sur les infestations de mirides et leurs dégâts (moyenne par observation)

	% de plants infestés			grade moyen de dégât par feuille et observation		
	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones
NTA 88 - 6	12,8 a	6,4	10,0	0,17	0,10	0,15
NTA 93 - 2	11,1 a	8,0	9,6	0,14	0,12	0,13
NTA 90 - 5	11,2 a	8,3	9,7	0,15	0,13	0,14
NTA 93 - 15	14,6 a	6,7	11,3	0,20	0,08	0,17
STAM 59 - A	11,9 a	6,5	10,0	0,15	0,10	0,14
F variété	2,91	1,48	1,13	2,29	2,41	1,34
Signification en %	3,9	24,4	35,5	8,4	8,2	26,6
F interaction champ	1,49	0,54	1,14	1,29	0,57	1,30
Signification en %	9,7	93,1	28,3	20,2	91,2	12,3
Transformation	Bliss	bliss	bliss			

Infestations de pucerons

Comme pour les autres insectes piqueurs suceurs les infestations de pucerons ont été plus importantes à Yanfolila qu'à Kolondiéba (Figure 17 à 20 en annexe 4). Leurs dynamiques ont été par contre pratiquement identiques avec un pic d'infestation vers la fin du mois d'août. Aucun effet variétal n'est significatif à 5 % et l'interaction entre ce facteur et les parcelles paysannes ne l'est jamais.

Tableau 5 : effets des variétés sur les infestations de pucerons (moyenne par observation)

	% de feuilles infestées			% de plants infestés		
	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones
NTA 88 - 6	12,8	6,4	10,0	63,5	14,8	41,4
NTA 93 - 2	11,1	8,0	9,6	65,7	13,4	42,3
NTA 90 - 5	11,2	8,3	9,7	63,2	14,2	41,0
NTA 93 - 15	14,6	6,7	11,3	63,8	12,3	40,3
STAM 59 - A	11,9	6,5	10,0	63,5	17,1	42,2
F variété	1,76	2,21	0,32	1,01	2,37	0,91
Signification en %	16,4	10,4	86,2	41,9	8,6	46,7
F interaction champ	0,83	1,26	0,96	0,92	1,26	0,93
Signification en %	70,5	25,0	55,4	58,5	24,8	60,7
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Caractéristiques des plants à la récolte

Les cotonniers sont apparus beaucoup plus développés à Kolondiéba qu'à Yanfolila tant à travers le nombre de nœud formés sur la tige principale que la hauteur de la tige principale en cm (Tableau 6). En conséquence le nombre de sites fructifères formés par m² a été plus important à Kolondiéba qu'à Yanfolila malgré une apparition un peu plus tardive de la première branche fructifère (Tableau 7). Aucun effet variétal n'est observé dans ces caractéristiques et l'interaction de ce facteur avec les parcelles paysannes n'est également jamais significative (Tableau 6 et 7).

Tableau 6 : effets des variétés sur la croissance des cotonniers

	hauteur en cm			nombre de noeuds sur la tige principale		
	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones
NTA 88 – 6	48,7	75,0	61,7	18,0	22,3	20,0
NTA 93 – 2	50,7	74,5	61,6	17,7	21,6	19,5
NTA 90 – 5	52,3	82,5	64,2	18,8	21,1	19,9
NTA 93 – 15	51,5	63,7	58,4	17,9	20,2	19,0
STAM 59 – A	49,1	74,5	61,1	18,1	21,8	19,8
F variété	0,56	1,81	0,82	1,12	2,51	1,54
Signification en %	69,5	16,6	52,3	36,8	7,4	20,4
F interaction champ	0,82	0,76	0,95	0,86	0,85	1,01
Signification en %	71,1	74,8	57,0	66,3	64,5	46,5

Tableau 7 : effets des variétés sur l'apparition de première branche fructifère et la formation de sites fructifères

	n° du noeud de la première branche fructifère			nombre de sites fructifères par m ²		
	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones
NTA 88 - 6	6,0	6,5	6,2	27,5	265,2	143,4
NTA 93 - 2	5,7	6,7	6,2	28,0	258,7	129,6
NTA 90 - 5	5,9	6,7	6,2	30,1	250,5	126,8
NTA 93 - 15	5,9	6,5	6,2	35,4	219,4	119,0
STAM 59 - A	5,8	6,7	6,2	34,8	251,0	130,7
F variété	0,13	1,48	0,04	1,88	2,47	1,01
Signification en %	96,5	24,5	99,0	14,1	7,7	40,9
F interaction champ	1,38	0,73	1,31	0,93	0,89	1,25
Signification en %	14,4	77,1	11,8	57,1	59,5	16,4

Production et ses caractéristiques

Si le taux de rétention des organes fructifères est plus bas à Kolondiéba qu'à Yanfolila, l'inverse est observé pour le taux de capsules entièrement saines (Tableau 8). Aucun effet variétal n'est significatif concernant ces deux caractéristiques mais une interaction entre ce facteur et les parcelles paysannes est apparue significative : elle concerne le taux de rétention des organes fructifères (Tableau 8). Au regard des Figures 21 à 25 présentées en annexe 5, il est possible que le meilleur comportement de la variété NTA 93 2 et le moins bon comportement de la variété NTA 90 5 lorsque les conditions de rétention s'améliorent pourrait être à l'origine de cette signification.

Tableau 8 : effets des variétés sur les taux de rétention des organes fructifères et les taux de capsules entièrement saines

	taux de rétention des organes fructifères			taux de capsules entièrement saines		
	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones
NTA 88 - 6	59,1	24,4	43,4	47,8	71,3	57,6
NTA 93 - 2	64,5	24,2	46,4	40,2	74,0	54,0
NTA 90 - 5	51,6	23,5	38,7	51,1	72,3	59,6
NTA 93 - 15	58,3	21,3	41,4	46,8	74,6	58,5
STAM 59 - A	58,4	24,1	42,8	56,2	72,0	62,6
F variété	1,01	2,03	1,12	1,94	0,58	1,45
Signification en %	41,9	12,9	35,8	13,0	68,1	23,1
F interaction champ	1,53	0,49	1,47	0,72	1,22	0,81
Signification en %	8,0	95,9	4,6	83,2	27,9	79,6
Transformation	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss	bliss

Le poids moyen capsulaire légèrement plus élevé à Kolondiéba qu'à Yanfolila (Tableau 9) pourrait être la conséquence d'un meilleur taux de capsules entièrement saines dans cette zone d'intervention (Tableau 8). Même si dans les deux zones d'intervention la variété STAM 59 A montre les plus faibles poids moyens capsulaires, aucun effet variétal significatif n'est apparu pour cette caractéristique de la production. Mais, l'interaction entre le facteur variétal et les parcelles paysannes frôle la signification. L'essentiel de la production de coton graine à Yanfolila provient des premières positions des cinq premières branches fructifères alors qu'à Kolondiéba la production est plus répartie sur l'ensemble des positions fructifères (Tableau 9) : en moyenne 22,2 % provient des positions fructifères autres que les premières et 14,5 % des branches végétatives dans cette zone. Aucun effet variétal n'est noté dans la répartition de la production mais l'interaction entre le facteur variétal et les parcelles paysannes est toujours significatif (Tableau 9)

Tableau 9 : effets des variétés sur le poids moyen capsulaire et la répartition de la production à l'échelle des plants

	poids moyen capsulaire en gramme			% de production issu des premières positions des 5 premières branches fructifères		
	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones
NTA 88 - 6	3,2	3,4	3,3	95,9	39,8	77,3
NTA 93 - 2	3,2	3,6	3,4	94,2	43,7	76,8
NTA 90 - 5	3,3	3,4	3,3	90,3	50,2	75,6
NTA 93 - 15	3,1	3,4	3,2	87,5	44,7	71,3
STAM 59 - A	2,9	3,3	3,1	86,2	47,7	71,4
F variété	1,19	0,93	1,31	1,75	0,55	0,65
Signification en %	33,9	46,7	27,9	16,6	70,2	63,5
F interaction champ	1,46	1,45	1,44	1,71	2,33	2,00
Signification en %	11,0	14,4	5,6	4,1	0,9	0,1
Transformation				bliss	bliss	bliss

Les productions moyennes de coton graine sont faibles dans les deux zones d'intervention avec des résultats légèrement meilleurs à Kolondiéba (Tableau 10) qui résultent probablement d'un meilleur développement des plants (Tableaux 6 et 7). Si dans les deux zones d'intervention les variétés NTA 90 5 et STAM 59 A procurent les plus faibles performances de production, aucun effet variétal significatif n'est apparu à 5 % (Tableau 10). Toutefois il est significatif à 10 %. Par ailleurs l'interaction entre le facteur variétal et les parcelles paysannes est toujours significatif au moins à 10 % quelle que soit l'échelle de

l'analyse. Cette signification pourrait provenir d'un meilleur comportement des variétés NTA 88 6 et NTA 93 2 lorsque les potentialités des parcelles augmentent (Figures 26 à 30 en annexe 6).

Tableau 10 :effets des variétés sur les rendements en coton graine

	rendement en kg/ha		
	Yanfolila	Kolondiéba	deux zones
NTA 88 – 6	188,1	317,4	243,5
NTA 93 – 2	203,9	310,6	249,7
NTA 90 – 5	167,3	241,6	199,2
NTA 93 – 15	188,7	300,7	236,7
STAM 59 – A	180,3	257,7	213,4
F variété	0,60	1,74	2,17
Signification en %	66,8	18,1	8,4
F interaction champ	2,44	1,64	1,86
Signification en %	0,2	8,0	0,3

Stand à la récolte

Les densités moyennes de plantation ont été comparables à Kolondiéba et à Yanfolila et pour toutes les variétés étudiées (Tableau 11).

Tableau 11 : densités de plantation

	plants / m ²	
	Yanfolila	Kolondiéba
NTA 88 – 6	5,0	4,7
NTA 93 – 2	5,0	4,8
NTA 90 – 5	5,0	4,5
NTA 93 – 15	4,9	4,6
STAM 59 – A	5,1	4,9

5 Conclusions et discussion

De nouveau on retrouve dans cette étude les mêmes différences qu'en 2002 dans les pressions parasitaires en insectes piqueurs suceurs entre les deux zones d'intervention : la zone d'intervention de Yanfolila connaissant les plus fortes pressions en particulier de la part des jassides. Par ailleurs on retrouve également que les taux de rétention des organes fructifères sont plus faibles à Kolondiéba qu'à Yanfolila sans toutefois qu'ils se traduisent par des productions inférieures.

Les niveaux moyens de production dans cette étude sont bas. A Yanfolila ils sont probablement la conséquence de semis tardifs. A Kolondiéba, les levées ayant eu lieu au cours de la deuxième décade de juin, il faudrait incriminer les faibles taux de rétention et probablement le faible niveau de fertilité des parcelles (fertilité naturelle et apport de fertilisation organique) car le développement moyen des plants n'est pas très important.

Les différences variétales, qui ont été observées dans les infestations de jassides et qui confirment nos propres observations de dégâts, ne s'expriment pas lorsque les pressions de ces ravageurs sont élevées. Aucune des variétés étudiées ne peut donc être exclue sur cette base.

Par contre au regard des performances de production, les variétés NTA 88 6 et NTA 93 2 sembleraient convenir le mieux à la conduite biologique de la culture cotonnière. Toutefois nous devons relativiser cette conclusion par le niveau moyen des productions obtenues et par le retard des semis en particulier à Yanfolila. Dans ces conditions la variété NTA 93 15 pourrait également convenir mais nous devons exclure les variétés NTA 90 5 et STAM 59 A. En définitive la variété NTA 93 2, en raison d'une relative tolérance aux jassides qui est toutefois insuffisante et peut être aux mirides, s'est le mieux comportée dans ces conditions de culture.

Au regard de la répartition de la production à l'échelle des plants et de nos conclusions variétales, une variété qui aurait une répartition plus grande de sa production sur l'ensemble des positions fructifères conviendrait mieux à la conduite biologique de la culture cotonnière. En effet, dans ces conditions de culture qui n'assurent pas une maîtrise suffisante de l'ensemble des ravageurs, une variété de ce type subirait en moyenne beaucoup moins les effets d'infestations fortes pendant une période déterminée, qu'une variété ayant une production moins largement répartie sur l'ensemble de ses positions fructifères (production groupée).

Comme à propos de l'étude sur l'augmentation des densités de plantation des raisons mériteraient d'être trouvées pour expliquer les différences de pression parasitaire et de taux de rétention des organes fructifères entre les deux zones d'intervention.

Sur le plan variétal, la confirmation du meilleur comportement de la variété NTA 93 2 nous semble devoir être privilégiée. Pour cette confirmation, une approche méthodologique comparable à celle de cette campagne (plusieurs parcelles avec des répétitions au sein de chaque parcelle pour prendre en compte une variabilité de conditions de culture) devrait être conservée voire améliorée par une structuration de la variabilité entre les parcelles (qui n'a pas pu être respectée en 2003) car elle aurait peut être permis cette année de mieux interpréter les interactions qui sont apparues. La variété NTA 93 15 pourrait encore être étudiée mais nous devons exclure les variétés STAM 59 A et NTA 90 5. La variété NTA 88 6 disparaissant du paysage cotonnier malien ne mérite plus d'être retenue malgré son bon comportement.

Cependant dans la recherche de variétés adaptées aux conditions biologiques de conduite de la culture cotonnière, il nous semble impératif d'étudier l'intérêt de cultivars beaucoup plus résistants aux jassides, en particulier pour la zone de Yanfolila, et de cultivars ayant une répartition de leur production à l'échelle du plant beaucoup plus large. De tels cultivars existent et pourraient être introduits mais ils ne sont probablement pas actuellement adaptés aux conditions agro-écologiques du Mali. Leur comparaison aux variétés créées au Mali ne présenterait pas beaucoup d'intérêt. Par contre un programme d'amélioration variétale portant sur ces deux caractéristiques serait plus porteur mais plus long à conduire

Annexe 1

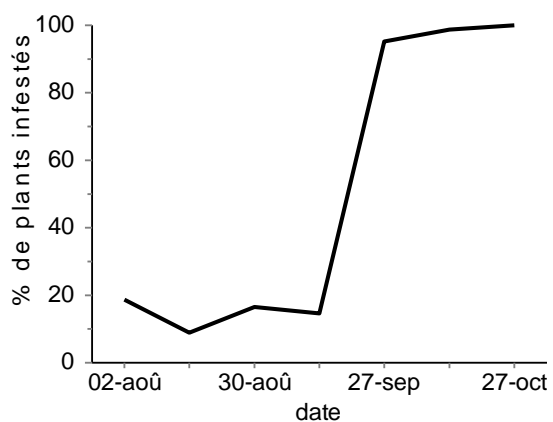


Figure 1 : dynamique des jassides à Yanfolila

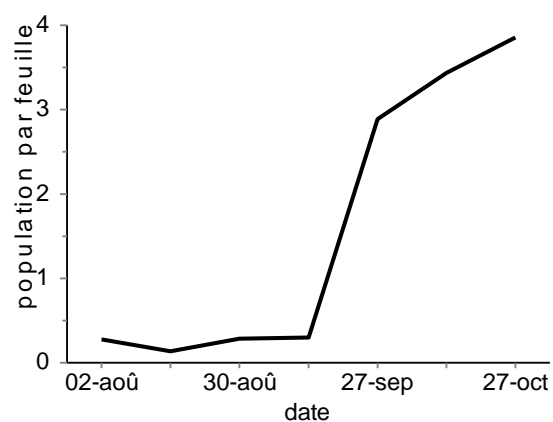


Figure 2 : dynamique des jassides à Yanfolila

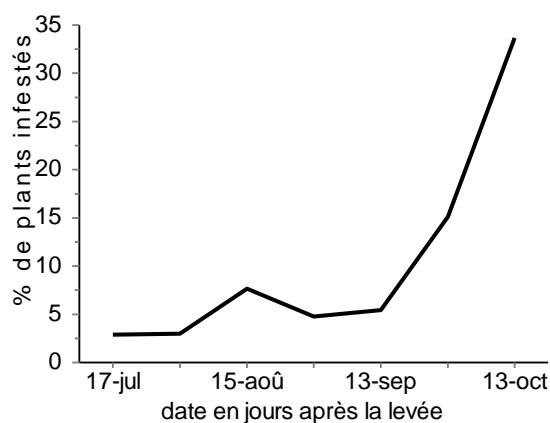


Figure 3 : dynamique des jassides à Kolondiéba

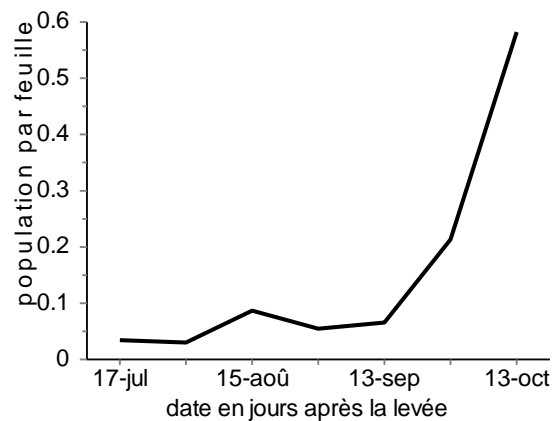


Figure 4 : dynamique des jassides à Kolondiéba

Annexe 2

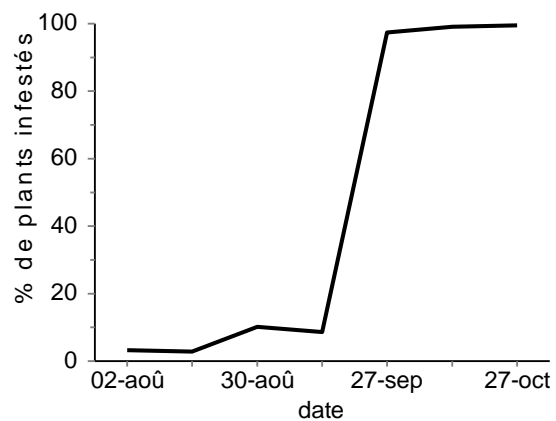


Figure 7 : dynamique des aleurodes à Yanfolila

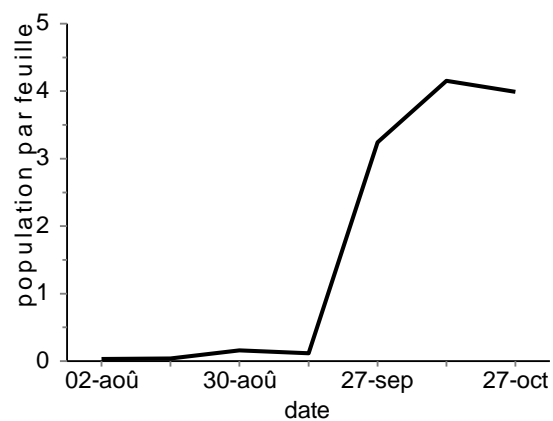


Figure 8 : dynamique des aleurodes à Yanfolila

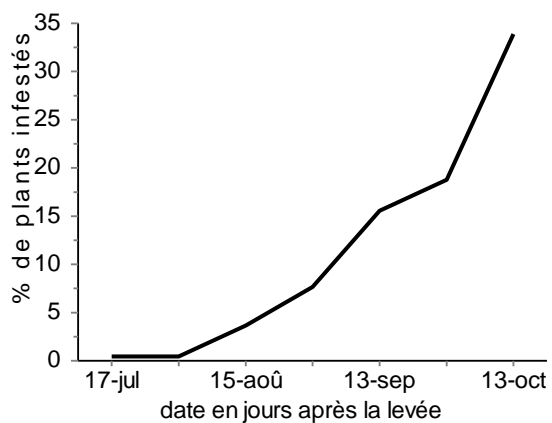


Figure 9 : dynamique des aleurodes à Kolondiéba

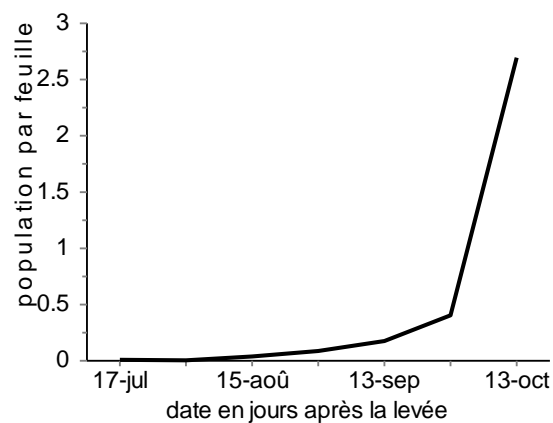


Figure 10 : dynamique des aleurodes à Kolondiéba

Annexe 3

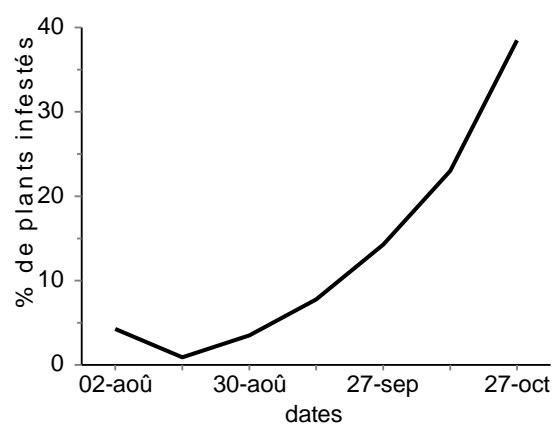


Figure 11 : dynamique des mirides à Yanfolila

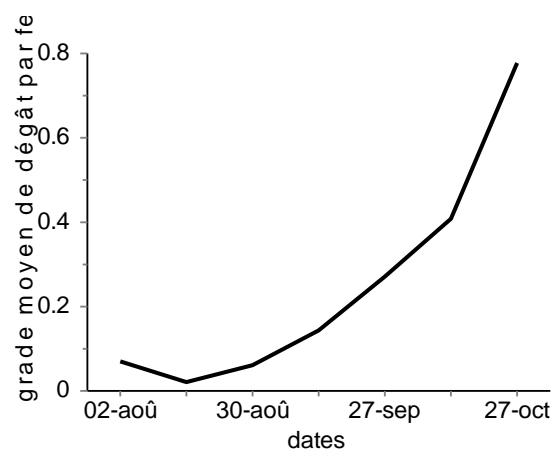


Figure 12 : dynamique des mirides à Yanfolila

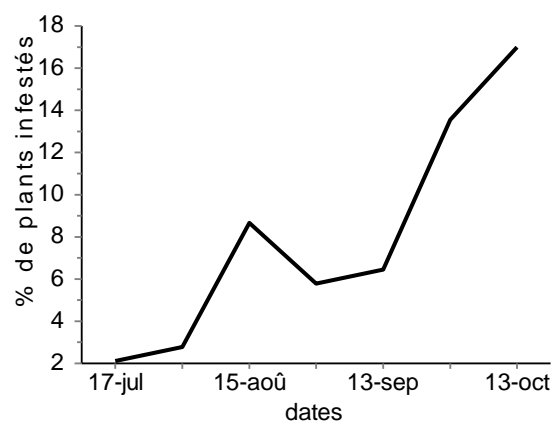


Figure 13 : dynamique des mirides à Kolondiéba

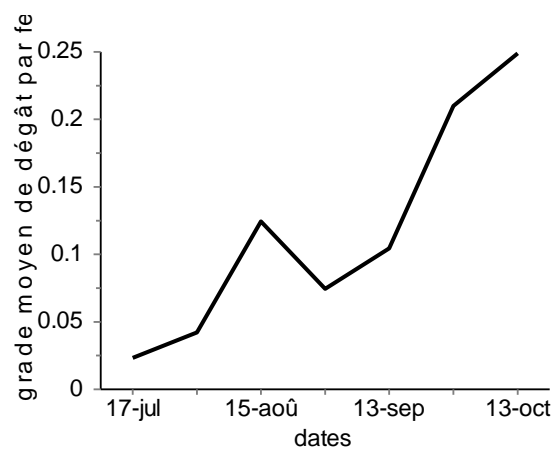


Figure 14 : dynamique des mirides à Kolondiéba

Annexe 4

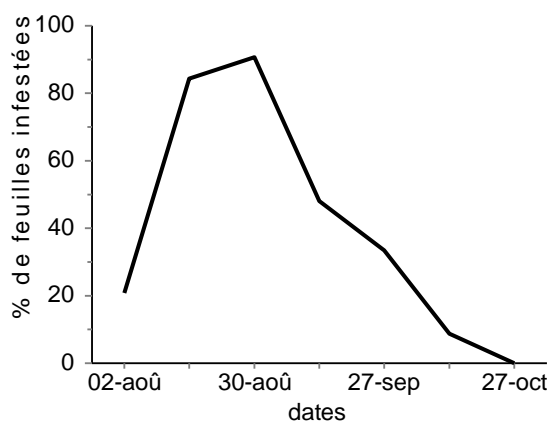


Figure 17 : dynamique des pucerons à Yanfolila

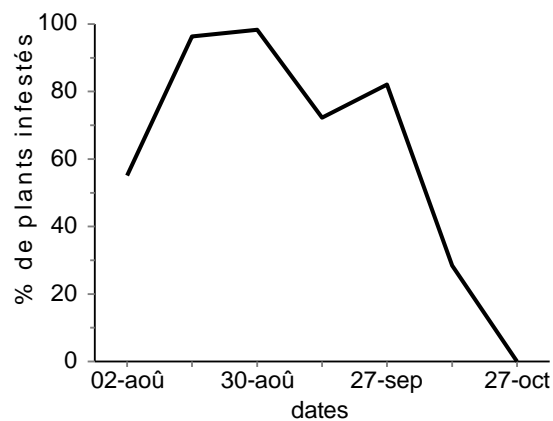


Figure18 : dynamique des pucerons à Yanfolila

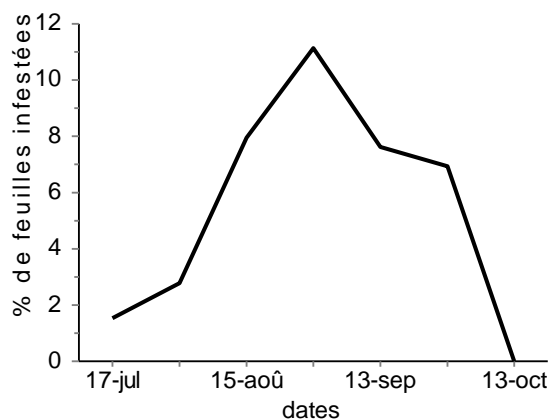


Figure 19 : dynamique des pucerons à Kolondiéba

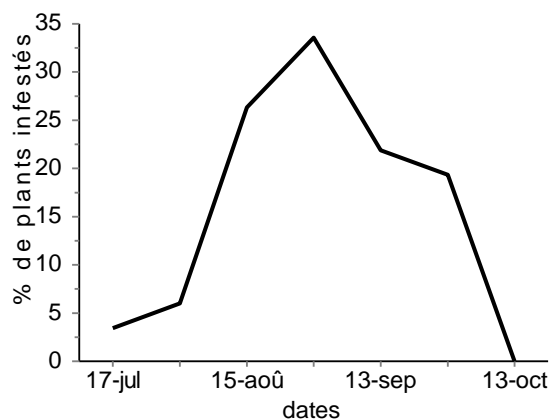
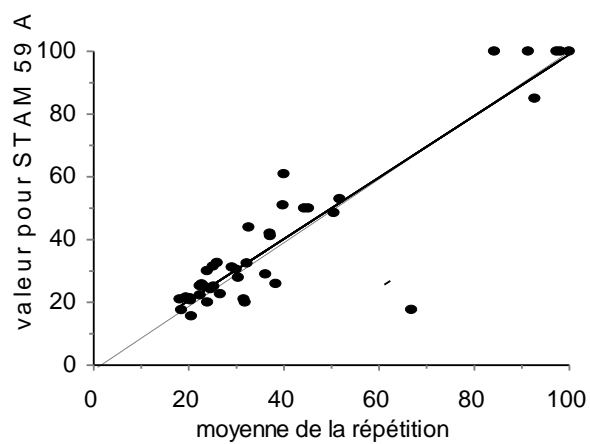
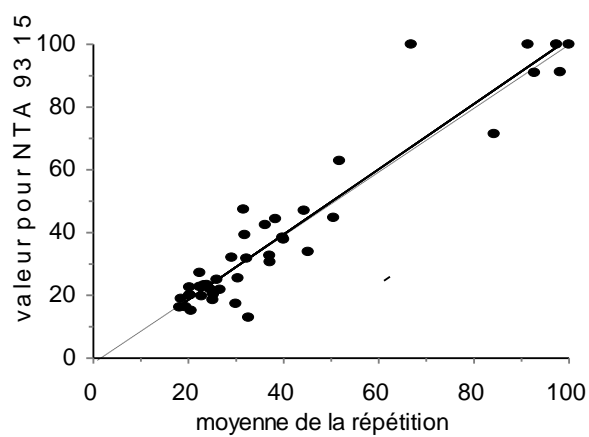
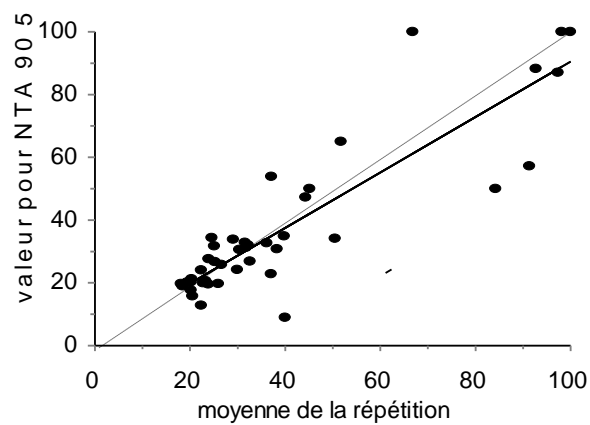
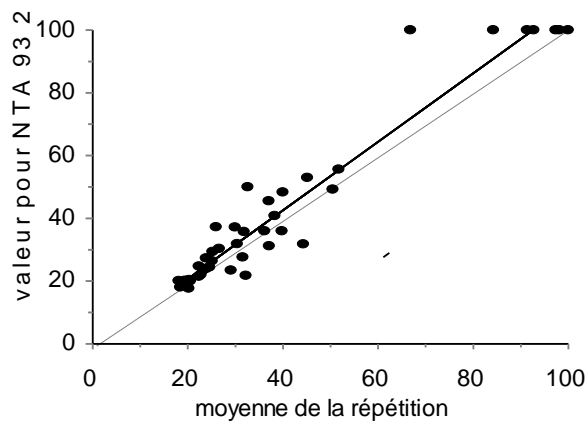
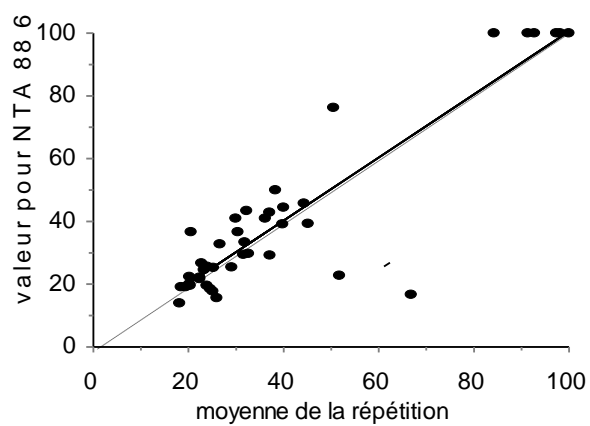


Figure 20 : dynamique des pucerons à Kolondiéba

Annexe 5

taux de rétention des organes fructifères



Annexe 6

rendement en coton graine

